# Physiologie

der

# Verdauung, Blutbildung, Anbildung und Rückbildung,

sowie der Entwicklung der thierischen Wärme

im menschlichen Organismus.

Vom organisch-chemischen Standpunkte aus betrachtet

und

nach dem gegenwärtigen Stande der Wissenschaft bearbeitet

von

**Dr. J. N. Bengerle,**

Mitglied des würtembergischen ärztlichen Vereins, sowie des würtembergischen Vereins für vaterländische Naturkunde; correspondirendes Mitglied des königl. würtembergischen statistisch-topographischen Büreaus zu Stuttgart, des Vereins Großherzoglich Badischer Medicinalbeamten zu Förderung der Staatsarzneikunde, und praktizirender Arzt zu Wangen im Allgäu.

**Freiburg im Breisgau.**

Herder'sche Verlagshandlung.

1857.

104 = H.

Druck der W. Hasper'schen Hofbuchdruckerei in Carlsruhe.

# Vorrede.

Erforschung der Gesetze des Lebens und Hebung der abnormen Zustände im Organismus ist die Aufgabe der Medicin, und die Naturforschung zeigt uns den Weg, auf dem wir zu einer klaren Einsicht über die Veränderungen gelangen, welche die Nahrungsmittel im Organismus erleiden, sowie über die Wirkung der als Heilmittel angewandten Stoffe.

Nur durch eine klare Vorstellung über die normalen Zustände des menschlichen Organismus, namentlich die Prozesse der Verdauung, Blutbildung, Anbildung und Rückbildung, sind wir im Stande, eine richtige Einsicht in die krankhaften Zustände desselben zu erlangen, um durch Diät, Medicamente und andere Mittel dahin zu wirken, daß gerade in jenen Systemen und Organen, wo Abnormitäten aufgetreten, die Aenderung zum Normalen vorzugsweise vor sich geht.

Aus diesem Grunde ist die Physiologie, welche namentlich durch die Fortschritte der Chemie, und besonders der organischen Chemie, in den letzten Decennien zu einer eigentlichen Wissenschaft erhoben wurde, gestützt auf die Anatomie, die Grundlage der Medicin, so, daß nur ein physiologisch gebildeter Arzt im Stande ist, seinem ärztlichen Wirken eine rationelle Basis unterzulegen.

Durchdrungen von dieser Ueberzeugung, habe ich es unternommen, gestützt auf eine 24jährige Erfahrung am Krankenbette und auf ein unausgesetztes Schritthalten mit den Fortschritten der Wissenschaft, nach den Forschungen eines **Liebig**, **Moleschott**, **Lehmann**, **Simon**, **Scherer**, **Frerich**, **Tiedemann** und **Gmelin**, **Bischof**, **Bruch**, **Schwann**, **Schmidt**, **Schulz**, **Virchow**, **Funke**, **Petenkofer**, **Rose**, **Jones**, **Valentin**, **Vauquelin**, **Prout** und **Marcet**, **Bernard**, **Chevreul**, **Davy**, **Edwards**, **Lecanu**, **Poggiale**, **Regnault**, **Lavoisier** und Anderer, das anliegende Werk über Blutbildung und Ernährung des Menschen zu bearbeiten, ausgehend von der Thatsache, daß das Blut diejenige Flüssigkeit des Körpers ist, von welcher die normale Bildung und dadurch auch die normale Funktion aller Organe im thierischen Organismus abhängt. Diese oberste und höchste Bedingung eines normalen Zustandes aller Organe und Systeme im menschlichen Organismus, nämlich die normale Blutbildung, hängt aber auf der einen Seite von einer normalen Verdauung, auf der andern Seite von einer normalen Rück-

bildung ab, weßwegen diese physiologische Abhandlung zunächst von der Verdauung der Nahrungsmittel, von ihrer Aufnahme in den Mund bis zu ihrem Uebergange in's Blut handelt, dann das Blut selbst betrachtet, und zwar seine Bildung aus den Produkten der Verdauung bis zum Uebergang seiner Stoffe in die Gewebe; die dritte Abtheilung handelt von der Anbildung, d. h. von der Bildung der verschiedenen Gewebe aus den Stoffen des Bluts, und die vierte von der Rückbildung dieser Gewebe und der Ausscheidung der unbrauchbaren Rückbildungsstoffe aus dem Körper. In der fünften Abtheilung wird die Entwicklung der thierischen Wärme, welche mit der Blutbildung, Anbildung und Rückbildung, d. h. mit dem Stoffwechsel so innig verbunden ist, einer genauen Betrachtung unterworfen, während die sechste Abtheilung von den, für den Menschen tauglichsten Nahrungsmitteln handelt, nach ihren Bestandtheilen, ihrer Nährkraft, sowie der zum Zwecke der Verdauung passendsten Zubereitung derselben, und nebenbei die zur Erhaltung der Gesundheit und Körperkraft, sowie zur Verhütung von Krankheiten so unumgänglich nothwendige Beschaffenheit der Nahrung überhaupt besonders hervorhebt.

Da die Physiologie überhaupt eine genaue Kenntniß der anatomischen Verhältnisse des menschlichen Körpers erfordert, so konnte es natürlich nicht umgangen werden, die hierher bezüglichen Organe der Verdauung und Rück-

bildung einer genauen anatomischen Beschreibung in so weit zu unterwerfen, als diese zur gehörigen Auffassung des physiologischen Hergangs erforderlich war.

Daß die Physiologie in den letzten Jahren ungeheuere Fortschritte gemacht, läßt sich nicht läugnen, und manche falsche Ansicht und mancher widersinnige Irrwahn wurde dadurch aufgedeckt, und an ihre Stelle trat eine nüchterne, gesunde Anschauungsweise, wie z. B. über die Verdauung der verschiedenen Nahrungsmittel, die Wirkung des eingeathmeten Sauerstoffs im thierischen Organismus, die Bildung der Gewebe, die Entwicklung der thierischen Wärme, die Rückbildung, und namentlich über die Bildung der Secreta, worüber ich in diesem Werke, den Resultaten der neuesten Forschungen gemäß, die gewünschte Auskunft zu geben bemüht war. Manches ist im gegenwärtigen Augenblicke allerdings noch dunkel und also weitern Forschungen zur Aufklärung vorbehalten. Halten wir trotz diesem fest an den rastlosen Fortschritten der Wissenschaft, denn sie sind es, welche uns auf eine, vor Jahrzehnten noch ungeahnte Höhe gebracht, und uns dadurch die Gewißheit verschafft, daß wir an ihrer Hand noch höher steigen werden. Im Hinblicke hierauf wird es auch mein eifrigstes Bestreben sein, die nun kommenden Fortschritte der Wissenschaft stets im Auge zu haben, damit ich im Stande sein werde, bei spätern Auflagen dieses Werkes mich immer auf der Höhe der Wissenschaft zu halten.

Um dem ärztlichen Stande ein nicht zu umfangreiches, und dadurch zu kostspieliges Werk über die wichtigsten Funktionen im menschlichen Organismus an die Hand zu geben, war meine Mühe auch noch dahin gerichtet, nur das Wesentlichste und Nothwendigste darin aufzunehmen, doch so, daß der Leser, dem gegenwärtigen Standpunkt der Wissenschaft gemäß, über Alles in dieser Beziehung Wissenswerthe den gehörigen Aufschluß finden und dadurch in den Stand gesetzt werden wird, seinem therapeutischen Verfahren eine Richtung zu geben, wie es der gegenwärtige Standpunkt der Medicin von einem rationell gebildeten Arzte zu fordern berechtigt ist.

**Wangen im Allgäu, im März 1857.**

**Der Verfasser.**

# I. Die Verdauung.

Die Verdauung ist eine der wichtigsten Lebensverrichtungen des thierischen Organismus und derjenige Prozeß, vermittelst welchem die durch den Mund aufgenommenen Nahrungsstoffe aufgelöst und diejenigen, die mit den Bestandtheilen des Bluts nicht übereinstimmen, in Blutbestandtheile verwandelt werden, wodurch allein der Verlust, den der Organismus fortwährend erleidet, ersetzt und dem Blute diejenigen Materien zugeführt werden, welche fähig sind, den Organismus in seiner materiellen Form und Mischung zu erhalten.

Alle Stoffe, welche den Blutbestandtheilen entweder gleich, oder doch so beschaffen sind, daß sie durch die Verdauung ihnen gleich gemacht werden können, dienen als Nahrungsmittel. Diejenigen Bestandtheile der Nahrungsmittel, welche von den Verdauungsorganen nicht aufgelöst werden, also auch nicht zu Bestandtheilen des Blutes werden können, wie die Schaalen der Bohnen und Linsen, Zellstoffe, Holzstoffe, Horngebilde, Oberhaut, Nägel, Haare und elastische Gewebe, gehen unverändert ab, daher läßt ein Nahrungsmittel bei seiner Verdauung um so weniger Stoffe zurück, welche an der Kothbildung Theil nehmen, je vollkommener sich dasselbe in den Verdauungsflüssigkeiten löst.

Der Schluß von der Zusammensetzung des Bluts des Menschen auf die für ihn nothwendige Nahrung ist in sofern ein richtiger, als der Mensch, wie das Thier, die Nahrung in Blut verwandelt. Weil aber das Blut, als die höchste Entwicklungs-Stufe der Nahrung, außer dem stickstoffhaltigen Albumin und Fibrin und dem stickstofflosen Fett und Zucker stets eine gewisse Menge unorganischer Bestandtheile, nämlich Phosphorsäure, Alkalien, alkalische Erden, Eisen und Kochsalz enthält, so ist weder

der Mensch, noch ein höher organisirtes Thier im Stande, durch ausschließlichen Genuß von stickstoffhaltigen Eiweißkörpern oder von stickstofflosem Stärkemehl, Fett und Zucker auf längere Zeit sein Leben fortzusetzen, da weder das Albumin, noch das Casein, noch das Stärkemehl, Fett und Zucker für sich allein im Stande sind, die Salze des Bluts in hinreichender Menge zu liefern. Aber auch noch abgesehen hievon, müssen, wie ich später zeigen werde, die stickstoffhaltigen und die stickstofflosen Bestandtheile der Nahrung nothwendig in einem gewissen Verhältnisse zu einander genossen werden, wenn die Gesundheit und Kraft des Menschen, wie des Thieres, erhalten werden soll.

Zur Bewerkstellung der Verdauung besitzt der Mensch, wie das Thier, Verdauungsorgane, deren Bau übrigens im Thierreich äußerst mannigfache Verschiedenheiten zeigt, welche nach Funke theils von der Art der Nahrungsmittel, auf welche das Thier angewiesen ist, theils von der Art der Nahrungsstoffe, welche aus diesen mehr oder weniger modificirt in das Blut übergeführt werden sollen, theils von der Complication des übrigen Organismus, und endlich auch, obgleich in beschränkterem Grade, von dem Elemente abhängen, in welchem das Thier lebt. Im Ganzen ist der Grundtypus der eines sack- oder kanalartigen Schlauchs; allein in Beziehung auf Länge und Form einzelner, oft funktionell verschiedener Abtheilungen derselben, sowie hinsichtlich der Ausstattung derselben mit Einrichtungen und Hilfs-Apparaten zum Zweck der Einführung und Zubereitung der Speisen und der Resorption der aus diesen Speisen bereiteten Ernährungsflüssigkeiten, herrscht wirklich eine merkwürdige Verschiedenheit.

Im Allgemeinen ist der Verdauungs-Apparat um so einfacher, je einfacher die Nahrung ist, und in je vorbereiteter Form sie das Thier von der Außenwelt erhält, daher nach Funke am einfachsten bei den im Wasser lebenden niedern Thieren, die nur in Wasser gelöste oder suspendirte Stoffe zu sich nehmen, welche kaum einer Umwandlung bedürfen, weswegen bei vielen solcher Thiere der ganze Verdauungs-Apparat nur eine sackartige Höhle mit einer einzigen Oeffnung ist, welche zugleich als Mund und After dient. Eine höhere Stufe ist schon die Bildung einer zweiten, dem Mund entgegengesetzten Oeffnung, welche die Stelle des Afters vertritt. Bei wieder höhern Stufen sehen wir schon einen

oder mehrere Theile des Darmkanals erweitert, welche Erweiterungen den Zweck haben, die Nahrungsstoffe zum Zweck der Verdauung länger zurückzubehalten, während der übrige Theil des Darmkanals theils zum Zuführen der Speisen, theils zur Resorption der Nahrungsmittel, theils zur Fortschaffung der unverdaulichen Ueberreste dient.

Da man bei allen diesen einfachen Darmformen keine besondern Apparate findet, welche die Verdauungssäfte liefern, so übernimmt der zellige, meist aus einem Flimmer-Epithelium bestehende Darmüberzug hier diese Funktion. Schon in den höhern Klassen der wirbellosen Thiere trifft man accessorische Drüsen-Apparate, wie z. B. Pankreas, Leber, jedoch hiernach sehr verschieden in ihrer Entwickelung. Erst bei den Wirbelthieren, und namentlich bei den Säugethieren, stimmen Bau, Anordnung und Gliederung der einzelnen Theile des Verdauungs-Apparates mit dem des Menschen wesentlich überein.

Die vorhandenen Variationen, wie die Einrichtung der Mundhöhle, die Beschaffenheit der Zähne, der Kaumuskeln, des Unterkiefers, die Größe, Form und Structur des Magens, sowie die Länge und Einrichtung des übrigen Darmkanals wird von der Art der Nahrung bestimmt. Bei den Carnivoren ist im Allgemeinen der Darmkanal viel einfacher und kürzer, als bei den Herbivoren, während der Mensch in dieser Beziehung so ziemlich in der Mitte steht zwischen pflanzenfressenden und fleischfressenden Thieren. Schon die Zähne des Menschen zeigen einen Unterschied im Vergleich mit denen der beiden genannten Thierarten, indem die Backenzähne weder so zugespitzt sind, wie die der Carnivoren, noch so gefurcht, wie die der Herbivoren; die Schneidezähne werden so zahlreich, wie bei den Wiederkäuern, noch so lang und spitzig, wie bei den Nagern und Raubthieren, ebenso sind die Eckzähne nicht so lang und scharf, wie bei den letztgenannten Thieren.

Während die Kaumuskeln des Menschen bezüglich ihrer Bildung und Befestigungspunkte so ziemlich in der Mitte stehen zwischen denen der Wiederkäuer und Raubthieren, ist auch der Gelenkkopf des Unterkiefers weder so bedeutend in die Quere gezogen, wie bei den Raubthieren, noch so flach, wie bei den Wiederkäuern. Ebenso sind die Speicheldrüsen des Menschen kleiner, als die der Herbivoren, und größer, als die der Carnivoren.

Bezüglich des Magens bemerken wir den auffallendsten, von der Nahrung abhängenden Unterschied bei den Vögeln; während nämlich die Körnerfresser, bei welchen die mechanischen Verdauungsfunktionen überwiegend sind, einen außerordentlich muskulösen Magen haben, ist der der Fleischfresser, deren Magenverdauung fast ausschließlich chemischer Natur ist, sehr dünnwandig.

Der Mensch hat einen Blindsack am Magen, welcher bei den Carnivoren fehlt, während der Magen der pflanzenfressenden Säugethiere in zwei Abtheilungen getrennt ist, wie bei mehreren Nagern, oder, wie bei den Wiederkäuern, in vier besonders eingerichtete und getrennte Höhlen zerfällt. Bei den reißenden Thieren ist der Magen dagegen viel einfacher und mehr rundlich.

Wie also der Mensch bezüglich der mechanischen Hülfsorgane der Mundhöhle und des Magens in der Mitte steht zwischen den Carnivoren und Herbivoren, so hält er auch bezüglich der Länge seines Darmkanals und der Entwicklung einzelner Abtheilungen desselben so ziemlich die Mitte zwischen den genannten beiden Thierarten. Im Allgemeinen ist der Darmkanal der Pflanzenfresser weit länger, als der der Fleischfresser, am beträchtlichsten ist dessen Länge bei den Wiederkäuern, da er sich nach Funke bei diesen zur Länge des ganzen Körpers verhält wie 15 oder 20 : 1, beim Schaafe sogar wie 28 : 1, während sich bei reißenden Thieren dieses Verhältniß wie 4 : 1, und bei Thieren mit gemischter Nahrung, wie z. B. bei Affen, wie 6 : 1 herausstellt. Beim Menschen ist dieses Verhältniß wie 6 oder 8 : 1.

Hinsichtlich der Entwicklung der einzelnen Abtheilungen des Darmkanals ist z. B. die Entwicklung des Blinddarms beim Menschen eine mittelmäßige, während derselbe bei einzelnen Nagern, wie beim Haasen, Biber und dergl. 4= bis 6mal größer ist, als der Magen, und bei Wiederkäuern, namentlich beim Pferde, enorm groß ist, während er bei reißenden Thieren überaus klein erscheint. Aehnliches gilt auch vom Processus vermiformis.

Durch diese Beschaffenheit seines Darmkanals ist also der Mensch im Stande, Fleisch und Pflanzen zu verdauen, steht aber auch in soferne in der Mitte zwischen Carnivoren und Herbivoren, als er das Fleisch vermöge seines längern Darmkanals leichter verdaut, als die Carnivoren; auf der andern Seite aber auch die Pflanzenkost schwerer als die Herbivoren, so daß er nur die

leichter lösliche Pflanzen-Nahrung unvorbereitet zu verdauen im Stande ist, während die schwerer lösliche durch Mahlen, Backen, Kochen und dergleichen vorbereitet werden muß.

Die Verdauung ist eine rein chemische Umwandlung der Nahrungsstoffe, deren höchste Entwicklungs-Stufe, wie schon bemerkt, das Blut ist, und welcher wir nun Schritt für Schritt folgen werden, nachdem wir jedesmal eine kurze anatomische Beschreibung des betreffenden Theils des Darmkanals vorausgeschickt.

Der Darmkanal des Menschen, welcher mit dem Munde beginnt und mit dem After sein Ende erreicht, ist ein langer, verschieden gewundener häutiger Kanal von sehr verschiedener Weite, welcher in seiner ganzen Ausdehnung von einer, mit einer dünnen Muskelschichte umgebenen Schleimhaut ausgekleidet ist, die sich auch in die Ausführungsgänge der Leber und des Pankreas fortsetzt. Die die Schleimhaut umgebenden Muskelfasern, welche im Innern unwillkürliche, am Anfange aber und am Ende willkürliche Muskeln sind, können die Höhle des Darmkanals verengern und dessen Inhalt fortschaffen. Die Verdauungsschleimhaut, welche an beiden Endpunkten des Darmkanals, nämlich in der Mundhöhle und im Mastdarm, fester, dicker und röther ist, als im Innern, ist mit einem Epithelium überzogen, welches in der Mund- und Rachen-Höhle, sowie in der Speiseröhre Pflaster-Epithelium ist und an der Cardia in Cylinder-Epithelium übergeht, während die Schleimhaut des Magens von einem, aus kleinen Zellen bestehenden Epithelium bedeckt ist, das sich am Pylorus wieder in Cylinder-Epithelium verwandelt und als solches sich dann über den ganzen übrigen Darmkanal fortsetzt, auch die Ausführungsgänge der Leber und des Pankreas überzieht und am After in die Epidermis übergeht.

An mehreren Punkten wird der Darmkanal von Ausführungsgängen verschiedener Drüsen durchbohrt, mit welchen er jedoch durch die Schleimhaut unmittelbar zusammenhängt, und durch welche sich die Secreta dieser Drüsen als Verdauungssäfte in den Darmkanal ergießen.

Der oberhalb des Zwerchfells liegende Theil des Darmkanals besteht aus der Mundhöhle, dem Schlundkopf und der Speiserröhre und hat zunächst den Zweck, die Speisen zu fassen, zu kauen, mit Speichel zu vermischen und sie dann, zu einem Bissen geformt, durch den Schlundkopf und die Speiseröhre in den Magen zu

schaffen. Die Mund- und Rachen-Höhle, wo die Verdauung durch Aufnahme, Zermalmung, Einspeichlung und Bissenbildung der Speisen vorbereitet wird, besteht aus dem Ober- und Unterkiefer, dem Zahnfleisch mit den Zähnen, den Lippen, Wangen, dem harten und weichen Gaumen, den Gaumensegeln, dem Zäpfchen, den Mandeln und der Zunge. Die Nahrungsmittel werden von Außen durch den Mund in die Mundhöhle eingeführt, wo sie nicht nur einer mechanischen Vorbereitung für die eigentliche Verdauung unterliegen, sondern auch durch den Geschmacks- und Tastsinn geprüft werden, ob sie physikalisch und chemisch tauglich sind zur Uebergabe für den eigentlichen Heerd der Verdauung.

Der erste Akt der Verdauung beginnt eigentlich schon mit der Fassung der Speisen durch die Muskeln der Lippen, die Zähne und die Kaumuskeln, und sie sind es auch, besonders aber die Lippen-Muskeln, welche die aufgenommenen Speisen sowohl, als die Secreta der Mundhöhle zurückhalten. Gleich nach Erfassung der Speisen beginnt die Zermalmung, was vorzugsweise durch die Zähne und nur bei alten, zahnlosen Subjekten mit dem Kieferrand, welcher dann etwas von der Zunge unterstützt wird, vollbracht wird, weswegen diese Zermalmung nur bei vorhandenen Zähnen, bei gehöriger Beweglichkeit des Unterkiefers und voller Thätigkeit der Kaumuskeln vollkommen vor sich gehen kann. Während des Kauens vollbringt das Secret der Schleimhaut der Mund- und Rachenhöhle und ihrer Drüsen, besonders aber das der Speicheldrüsen, die Einspeichlung der Speisen. In der Nähe der hintern Backenzähne nehmlich, an der innern Seite der Lippen, an der Zungenwurzel, sowie an der hintern Seite des velum palatinum liegen verschiedene Schleimdrüsen, welche ihr Secret mit dem der Tonsillen und dem der dreipaarigen Speicheldrüsen vermischen. In der Schleimhaut der Mundhöhle liegen nehmlich zahlreiche, drüsige Organe, welche einen Saft, den Mundschleim, absondern. Diese Mundhöhle-Drüsen sind nach F u n k e theils traubige, theils geschlossene Follikel. Die erstern sitzen besonders zusammengedrängt an der Innenfläche der Lippen, an den Seitenwänden der Mundhöhle und am Gaumen, und bestehen aus einem, sich stark verästelnden Drüsengange, an dessen feinsten Aestchen rundliche, mit den secernirenden Zellen ausgekleidete Drüsenbläschen sitzen, welche ihr Secret in diese feinsten Aestchen ergießen. Die zweiten, die

Balgdrüsen, mit geschlossenen Follikeln, bestehen aus einer derben Faserkapsel, welche eine gewisse Anzahl ringsum geschlossener Bläschen, Follikel, einschließt. Jeder Follikel ist ein geschlossenes Bläschen, welches nach Funke eine dicke Emulsion feiner Molekule, freier Kernen und kernhaltiger Elementarzellen in einer zähen, alkalischen Flüssigkeit enthält, und von einem feinen Capillargefäß-Netz umsponnen ist. Jede dieser Kapseln liegt mit ihren Follikeln um eine grübchenartige Vertiefung der oberflächlichen Schicht der Schleimhaut, so daß die Wände eines solchen Schleimhautgrübchens die Follikel unter ihren Papillen ringsum eingebettet enthalten. Diese Balgdrüsen liegen theils einzeln, theils bilden sie jene zwei halbkugeligen Mandeln am Ausgange der Mundhöhle. Die drei Speicheldrüsen, die Glandula parotis, submaxillaris und sublingualis, bestehen aus vielen kleinen, plattrundlichen, mit Zellgeweb mit einander verbundenen Läppchen, die aus Haufen rundlicher, $^1/_{70}$—$^1/_{34}$''' im Durchmesser haltenden acinis zusammengesetzt sind, aus welchen kleine Ausführungsgänge hervortreten, die sich nach und nach zu einem gemeinschaftlichen, mit einer Fortsetzung der Mundschleimhaut ausgekleideten Ausführungsgange vereinigen.

Die größte dieser drei Drüsen ist die platte, dreiseitige, länglichrunde Parotis, welche mehr lang als breit, am untern Theile dicker als am obern ist, und an der Seitenfläche des Kopfes, vor und unter dem äußern Ohre, dicht unter der Haut liegt; das obere Ende dieser Drüse grenzt an die Wurzel des Jochbogens, und ihr unteres ragt bis zum angulus maxillae inferioris und bis zur Submaxillar-Drüse herab. In ihrem Innern liegt die Carotis externa, die vena facialis post. und der plexus anserinus und der n. facialis. Die aus den einzelnen acinis führenden Ausführungsgänge vereinigen sich nach und nach in einen einzigen, den ductus Stenonianus, welcher $^1/_2$'' unterhalb des Jochbogens am vordern Rande aus der Drüse heraustritt, über die vordere Fläche des m. masseter hinweg nach vorn läuft, von hier aus seine Richtung nach Innen nimmt, den m. buccinator und die Mundschleimhaut durchbohrt und sich dem zweiten obern Backenzahne gegenüber mit einer engen, länglichrunden Mündung öffnet, so daß die ganze Länge des im Innern mit einer Fortsetzung der Mundschleimhaut ausgekleideten Kanales $2^1/_2$'' und seine Dicke $^3/_5$''' beträgt. Glandula parotis.

Glandula submaxillaris.

Die Unterkieferdrüse, glandula submaxillaris, ist kaum halb so groß und so schwer, wie die Parotis, hat eine längliche, plattrundliche Gestalt und liegt an der innern Fläche des angulus maxillae inf. zwischen den beiden Bäuchen des m. digastricus; ihr unterer Theil, über welchen die vordere Antlitzvene wegläuft, wird vom m. platysma-myoides und der Haut bedeckt. Aus ihrem vordern, obern Ende entspringt ihr 2″ langer und $1/2$‴ dicker Ausführungsgang, der ductus Whartonianus, welcher über dem m. mylohyoideus an der äußern Fläche des m. hyoglossus nach vorne und innen in die Höhe läuft an die innere Fläche der glandula sublingualis, und an der Seite des Zungenbändchens auf einer kleinen, warzenförmigen Erhabenheit die Mundschleimhaut mit einer $1/4$‴ im Durchmesser haltenden Mündung durchbohrt.

Glandula sublingualis.

Die kleinste der Mundspeicheldrüsen ist die $1\,1/2$″ lange und 8‴ breite Unterzungendrüse, glandula sublingualis; sie hat eine platte, fast halbmondförmige Gestalt und liegt auf dem Boden der Mundhöhle gerade neben dem Zungenbändchen; aus ihr führen mehrere kleine und enge Ausführungsgänge, ductus Riviani, die theils in den ductus Whartonianus einmünden, theils, die Mundschleimhaut durchbohrend, sich neben dem Zungenbändchen öffnen, manchmal auch zu einem größern Gang, ductus Bartholinianus, sich vereinigen, der sich ebenfalls auf jener warzenförmigen Erhabenheit, der caruncula sublingualis, öffnet.

Speichel.

Die aus diesen Drüsen abgesonderte Flüssigkeit ist der Speichel, welcher, sich mit dem Secrete der Mundschleimhaut vermischend, alkalisch reagirt, und zwar um so mehr, je reichlicher er abgesondert wird. Der Speichel enthält den Speichelstoff, Ptyalin, welcher nach Lehmann deswegen im Wasser löslich ist, weil er an ein Alcali gebunden ist, das alle Eigenschaften des Natronalbuminats besitzt und sich nur dadurch von diesem unterscheidet, daß es mit Alaun und schwefelsaurem Kupferoxyd keinen Niederschlag erzeugt und durch schwache Säuren, wie Kohlensäure, zersetzt wird. Den Grund der Löslichkeit des Speichelstoffes sucht Lehmann deswegen in dieser Verbindung (Ptyalinalcali), weil das des Alcalis beraubte Ptyalin in Wasser schwer löslich ist.

Nach Simon, Frerich und Moleschott enthält der Speichel außer Ptyalin auch noch etwas Eiweiß.

Getrocknet ist das Ptyalin weißlich-grau und geruch- und

geschmacklos. Lehmann fand im Speichel fettsaures Cali und milchsaure Salze. Simon, Cholesterin und Tiedemann und Gmelin phosphorhaltiges Fett. Nach Moleschott und Pettenkofer enthält er auch Schwefel-Cyan in Verbindung mit Calium oder Natrium; weil aber dieses Schwefelcyan-Calium im gesunden Speichel oft fehlt, also kein integrirender Theil des Speichels ist, so glaubt Moleschott, daß es als Zersetzungsprodukt eines vorher an Cali oder Natron angebundenen organischen Stoffes auftrete.

Von den unorganischen Stoffen ist nach Lehmann das Chlorcalium in größter Menge im Speichel enthalten, außerdem enthält er noch Kochsalz, phosphorsaures Eisenoxyd, etwas Kieselerde und schwefelsaure Salze.

Da nach Frerich die Wirksamkeit der Mundflüssigkeit weder durch Kochen, noch durch Alkohol verloren geht, so kann man mit Recht schließen, daß weder Ptyalin, noch Eiweiß für sich allein der Träger der umsetzenden Kraft dieser Flüssigkeit ist, sondern daß alle darin enthaltenen Stoffe, mit Ausnahme des Schwefelcyan-Caliums, zusammen diese Wirkung hervorbringen.

Obwohl die Absonderung der Mundflüssigkeit im lebenden Organismus eine stete und ununterbrochene ist, so ist dieselbe bezüglich ihrer Intensität doch eine sehr wechselnde, indem ohne äußere Veranlassung nur geringe Mengen Speichel abgesondert werden, welche, in der Regel ohne Ausspucken, durch von Zeit zu Zeit sich wiederholendes Schlucken entfernt werden. Durch Einführung von Speisen wird übrigens die Speichel-Secretion sehr vermehrt, und zwar um so mehr, je mehr diese Speisen durch ihre harte Beschaffenheit die Mundschleimhaut mechanisch oder durch ihre saure Beschaffenheit dieselbe chemisch reizen.

Nach Ludwig und Kahn ist diese vermehrte Absonderung die Folge einer auf reflektorische Weise wirkenden Reizung, indem jene genannten Substanzen zunächst die Enden des nervus glossopharyngeus reizen, welcher dann seine Erregung im Gehirn auf die durch den trigeminus und facialis austretenden Absonderungsnerven der glaudula parotis und submaxillaris überträgt.

Die Speichelsecretion wird ferner noch vermehrt durch Kauen, durch Kitzeln des Gaumens und durch Tabakrauchen. Auch durch Reizung der Magenschleimhaut erfolgt stark vermehrte Speichelabsonderung, selbst wenn die Speisen direct durch eine Fistel in

den Magen gebracht werden, ohne vorher die Mundhöhle zu passiren. Obwohl uns bisher nicht bekannt ist, durch welche Nerven dieser Reflex zu Stande kommt, so scheint doch jene, oft enorme Steigerung der Speichelsecretion, welche das dem Erbrechen vorangehende Gefühl von Eckel hervorruft, auf ähnliche Weise zu Stande zu kommen.

Je länger die gesteigerte Speichelsecretion dauert, um so ärmer an festen Bestandtheilen und daher um so wässeriger wird nach Ludwigs Versuchen an Hunden der Speichel.

Wie man früher die Durchtränkung der gekauten Speisen zum Zweck der Erleichterung des Schlingens und des erleichterten Eindringens der verdauenden Secrete des Magens und Darmkanals für die einzige Funktion des Speichels ansah, so hat die Entdeckung Leuchs im Jahre 1830, daß nämlich der Speichel das Vermögen besitzt, Stärkemehl in Zucker umzuwandeln, die Physiologen darauf aufmerksam gemacht, den Speichel auch als chemisches Verdauungs-Agens anzusehen. Da übrigens die Speisen zu kurze Zeit in der Mundhöhle verweilen, um schon hier an eine erhebliche Zuckerbildung zu denken, so kann natürlicherweise die eigentliche Einwirkung des mit den Speisen verschluckten Speichels auf die stärkemehlhaltige Nahrung nur im Magen erfolgen, wie auch Frerich diese Wirkung des Speichels im Magen bestimmt nachwies, was wir um so sicherer annehmen dürfen, als die Zuckerbildung im Magen erwiesen ist, und der Magensaft nicht, oder nur in sehr geringem Grade im Stande ist, Stärkemehl in Zucker umzuwandeln, und erwiesenermaßen derselbe die Einwirkung des Speichels in dieser Beziehung durchaus nicht beschränkt.

Außer dieser Funktion wurde dem Speichel von Liebig noch eine weitere zugeschrieben, indem er ihn, oder vielmehr die Mundflüssigkeit überhaupt, als die Trägerin der für die Verdauungsvorgänge im Magen nothwendigen Menge atmosphärischer Luft, oder vielmehr des in derselben enthaltenen Sauerstoffs betrachtet, wie er auch wirklich im Munde beim Kauen eine Menge Luftblasen einschließt und hierdurch zu Schaum wird. Trotz dieser unläugbaren Thatsache sind wir übrigens über die Funktion dieses mit der Luft eingeführten Sauerstoffs bei der Magenverdauung bis jetzt noch ganz im Unklaren, und auch die von Lehmann in dieser Beziehung angeführte Ansicht, daß dieser so eingeführte Sauerstoff

den Zweck habe, die Resorption der im Darme gebildeten Wasserstoffverbindungen, welche nachtheilig auf das Blut wirken würden, zu verhindern, ist weiter nichts, als eine Hypothese, da die Menge dieses Sauerstoffs gegenüber der oft nicht unbeträchtlichen Menge solcher Gase, besonders in den untern Theilen des Darmkanals, zu diesem Zwecke auf jeden Fall zu klein wäre.

Nachdem die in den Mund genommene Nahrung gehörig gekaut und durchspeichelt ist, werden die festen Bestandtheile derselben von der Zunge zu einem Bissen gesammelt und von ihr und von den dabei sich nähernden Gaumensegeln in den Schlund geleitet.

Der Schlundkopf, pharynx, liegt hinter der Mundhöhle und dem Kehlkopf vor den fünf obersten Halswirbeln, den m. rectis capitis anticis und longis colli und bildet einen von vorn nach hinten plattgedrückten Kanal, der oben an die Mitte der Basis cranii angeheftet ist und nach unten in die Speiseröhre übergeht. Seine Länge beträgt 4—4½", sein Querdurchmesser ist hinter der Mundhöhle am kleinsten, 10''', und hinter dem Kehlkopf am größten, 16'''; sein Durchmesser von vorn nach hinten nimmt von oben nach unten um die Hälfte ab, indem er oben 10''', unten nur 5''' beträgt, doch kann er sich, weil er sehr dehnbare Wände hat, sehr erweitern. Vorwärts ist er offen und hängt durch die Choanen mit der Nasenhöhle, durch den isthmus faucium mit der Mundhöhle und durch die Stimmritze mit dem Larynx zusammen; sein oberer, hinter der Mundhöhle liegender Theil heißt der Rachen, fauces. Der Pharynx wird von einer Schleimhaut, einer eigenthümlichen Haut, tunica propria, und von einer Muskelhaut gebildet, die aus den drei Paaren der Konstriktoren besteht. Der Schlundkopf ist also vorwärts offen und bildet erst hinter dem Ringknorpel einen ringsum geschlossenen Kanal, von wo er dann in die Speiseröhre übergeht. Pharynx.

Die vom Schlundkopf ausgehende, hinter dem Ringknorpel beginnende und überall gleichweite Speiseröhre, Oesophagus, steigt hinter der Trachea, vor der Mitte der Halswirbel, und durch Zellgeweb an die hintere Wand der Luftröhre angeheftet, zur Brusthöhle herab. In der Brusthöhle steigt sie im Cavum mediastini postici, anfangs an der rechten Seite der Aorta descendens thoracica, dann sich wieder nach links und weiter nach vorn vor die Aorta wendend, hinter dem Herzbeutel bis zum foramen oeso- Oesophagus.

phageum des Zwerchfalls herab, und tritt dann, dieses durchbohrend, in der Höhe des neunten Brustwirbels in den Magen. Sie ist 8—9″ lang und der engste Theil des ganzen Darmkanals, so daß sie im leeren Zustande, wo die vordere und hintere Wand einander berühren, von vorn nach hinten nur 4‴ dick ist bei einem Durchmesser von 8‴. Sie besteht, wie der Pharynx, aus drei Hautlagen, nämlich aus der gegen 1‴ dicken Muskelhaut, als der äußersten Lage, welche durch lockeres Zellgeweb mit den benachbarten Theilen zusammenhängt und aus zwei, von äußern Längenfasern und innern schräg laufenden Cirkelfasern gebildeten Schichten besteht, die sich am obern Theile des Oesophagus mit den Fasern des m. constrictor pharyngis inferior vermischen, während am untern Ende die Längefasern in die erste, die Kreisfasern in die dritte Schichte der Muskelhaut des Magens übergehen. Diese Muskelfasern sind nach Müller unwillkürliche Muskeln, weil ihre Primitiv-Bündel ohne Querstreifen sind, wogegen Valentin behauptet, daß die quergestreiften Muskelfasern des Pharynx sich bis zur Cardia hinab erstrecken, was übrigens nicht der Fall ist, da die wellenförmig und nach abwärts fortschreitende Kontraktion der Muskelschichten der Speiseröhre mehr durch lokale Eindrücke auf die Schleimhaut, als durch den Willen hervorgerufen wird.

Die mittlere Haut der Speiseröhre, tunica vasculosa seu propria, verbindet die Muskelhaut mit der Schleimhaut und ist nur eine dünne, lockere und gefäßreiche Zellgewebsschichte. Die Schleimhaut endlich, eine Fortsetzung der Schleimhaut des Pharynx, aber blässer und dünner als letztere, ist mit der Muskelhaut so locker verbunden, daß sie sich in Falten legt, wenn die Speiseröhre nicht ausgedehnt ist. Auf dieser, mit einem ziemlich dicken und festen Epithelium überzogenen Schleimhaut öffnen sich viele Schleimdrüsen.

Schlingen. Die Weiterbeförderung der gekauten, eingespeichelten und durch die Zunge zu einem Bissen geformten Speisen durch den Pharynx und Oesophagus in den Magen erfolgt durch den Akt des Schlingens, Deglutitio, welcher durch das Zusammenwirken verschiedener Muskeln zu Stande kommt. Nachdem sich nämlich die zu einem Bissen vereinigten Speisen auf der etwas hohlgemachten Zunge gesammelt, wird diese allmählig von der Spitze gegen die Basis hin an

den Gaumen angedrückt, während sich bei geschlossenen Zähnen die Wangen von vorn nach hinten zusammenziehen, so daß der Bissen zunächst zwischen der Zungenoberfläche und dem Gaumen bis hinter die vordern Gaumenbogen gebracht wird; hier angekommen, ziehen sich diese hinter demselben zusammen und die Zunge biegt sich zurück, während das ausgespannte Gaumensegel ein wenig gehoben wird. Nun nähern sich die beiden hintern Gaumenbogen so, daß zwischen ihnen nur eine enge Spalte bleibt, bei welcher Annäherung sich das hinten erschlaffte Zäpfchen vor die übrig gebliebene enge Spalte legt, die sich nach unten erweitert, wodurch der Weg des Bissens vom obersten Theil des Pharynx und der Choanen abgesperrt wird. An dieser, schief nach unten und hinten geneigten Fläche geleitet nun der Bissen in den Schlundkopf, welcher sich durch Zusammenziehung der m. stylopharyngei etwas nähert, und wird durch die Konstriktoren in den Schlund gedrückt. Da es übrigens von besonderer Wichtigkeit ist, daß das Eindringen von Speisetheilen in die Stimmritze verhindert werde, so muß der Eingang hiezu geschlossen und der Bissen über denselben hinweggeleitet werden, was auf folgende Art geschieht. Der vorher aufrecht stehende Kehldeckel wird theils durch die m. thyreoepiglottici, theils durch die Zurückbeugung der Zungenwurzel auf den Eingang des gehobenen und nach vorn unter die Zungenwurzel geschobenen Kehlkopfs gedrückt, und so geleitet der Bissen über die geschlossene Stimmritze hinab, worauf der gehobene Pharynx und Larynx wieder herabsinkt, der Kehldeckel sich wieder erhebt und die Stimmritze sich wieder öffnet. Da man übrigens selbst bei zerstörtem Kehldeckel kein Eindringen von Speisen oder Getränken beobachtet hat, so muß auch die Stimmritze selbst sich vollkommen schließen. Der durch die kräftige, mit einer gewissen Gewalt erfolgende Zusammenziehung des Pharynx in den obern Theil der Speiseröhre gebrachte Bissen erweitert nun diese, wobei die durch den Bissen gereizten Muskelfasern sich gleich darauf wieder zusammenziehen und so den Bissen abwärts drücken, wodurch die tiefer liegenden Stellen der Speiseröhre auseinandergedrängt werden, deren Fasern sich aber durch den erregten Reiz wieder zusammenziehen, und so gelangt der Bissen durch diese wellenförmig fortschreitende Erweiterung und Zusammenziehung in einer halben bis zwei Minuten in den Magen, wobei nach M a g e n d i e das untere Dritttheil der

Muskelfasern der Speiseröhre noch einige Zeit nach der Einbringung der Speisen in den Magen zusammengezogen bleibt, während die zwei obern Dritttheile nach der Kontraktion gleich wieder erschlaffen. Die Fortschaffung des Bissens bis hinter die vordern Gaumenbogen erfolgt durch Muskeln, welche einer willkürlichen Bewegung fähig sind; und wenn bei der weitern Fortschaffung desselben zum Theil auch noch willkürlich bewegliche Muskeln mitwirken, so erfolgen diese Bewegungen doch rein reflektorisch, also unwillkürlich, durch den vom Bissen lokal erzeugten Reiz.

Magen. Der unmittelbar mit der Cardia an die Speiseröhre sich anschließende Magen ist der weiteste Theil des Darmkanals und liegt mehr in dem mittlern und linken Theile der Oberbauchgegend, ändert aber seine Lage, je nachdem er leer oder voll ist, indem bei leerem Magen die große Curvatur nach unten gekehrt ist, während diese bei gefülltem Magen mehr nach vorne an die innere Fläche der vordern Bauchwand zu liegen kommt. Auf der rechten Seite grenzt der Magen an die Leber, so daß die vordere Wand des Pylorus vom linken Leberlappen theilweise bedeckt wird. Der obere linke Theil des Magens stößt an das Zwerchfell und durch dieses, wenn er ausgedehnt ist, sowohl an das Pericardium und das Herz, als an die Pleura der linken Lunge; am meisten nach links, an seinem saccus cœcus, liegt die Milz. Ueber die große Curvatur hängt wie ein Vorhang das große Netz, und unter derselben läuft das Colon transversum hin. Hinter dem Magen, wo auch die großen Unterleibsgefäße verlaufen, liegt das Pankreas, zwischen beiden aber der Beutel des großen Netzes.

Der Magen ist ein kegelförmiger, länglich gekrümmter Sack mit einem kleinern, konkaven obern Rande, curvatura minor, welche mehr nach rechts, und einem größern, konvexen untern Rand, curvatura major, welche mehr nach links gekehrt ist. Sein linker Theil, welcher eine blindgeschlossene, etwas nach aufwärts gekrümmte Ausbuchtung (Blindsack, saccus cœcus) bildet, ist viel weiter, als der rechte. Er hat zwei nach oben gekehrte Oeffnungen, die ungefähr 1" weit, während der Verdauung aber sehr verengert sind, nämlich den Magenmund, cardia, der mehr nach links und hinten, dicht unter dem Zwerchfell und hinter dem processus xyphoideus am obern Magengrunde liegt und den Eingang der Speiseröhre in den Magen bildet. Die zweite, mehr

nach vorn und rechts hinter dem Lobulus quadratus der Leber liegende Oeffnung, der Pförtner, pylorus, liegt am rechten Magenende, bildet den Uebergang ins Duodenum und ist von einer ringförmigen Schleimhautfalte, valvula pylori, Pförtnerklappe, umgeben, welche zwischen ihren Platten kreisförmige Muskelfasern hat. Bei Neugebornen hat der Magen noch mehr die Gestalt eines Schlauches und erscheint eigentlich nur als eine Erweiterung der übrigen Därme in Gestalt eines gekrümmten Kanals, welcher gegen den Pylorus hin allmählig enger wird, während der Uebergang in den engen Oesophagus sanft und allmählig erfolgt, weswegen bei Kindern das Erbrechen oft auf die unbedeutendste Veranlassung erfolgt und so leicht von Statten geht.

Bezüglich der Größe des Magens ist dieselbe der großen individuellen Verschiedenheit wegen nicht so leicht zu bestimmen; doch kann man im Allgemeinen annehmen, daß der Längendurchmesser bei Erwachsenen ungefähr einen Fuß beträgt, während der größte Breitendurchmesser im Blindsack im erschlafften Zustande auf 4—5″ geschätzt werden kann. Bei mäßiger Anfüllung wird der Rauminhalt des Magens auf 2—3 Maas geschätzt.

Er wird aus drei, durch Zellgewebe miteinander verbundenen Häuten gebildet, nämlich der äußern serösen, der mittlern Muskel- und der innern Schleimhaut. Die seröse Haut des Magens ist eine vom Bauchfell gebildete Falte, zwischen deren Platten der Magen liegt, und an dessen Muskelhaut diese beiden Platten befestigt sind, längs der Curvaturen aber einen Raum zwischen sich lassen, welcher vom Zellgeweb erfüllt ist. Da dieser seröse Ueberzug vom Magen aus mehrere Fortsetzungen zu den benachbarten Organen bildet, welche den Magen in seiner Lage erhalten und also die Funktion von Bändern haben, so hat man ihnen auch verschiedene Namen gegeben, wie das große Netz, Omentum majus, von der großen Curvatur zum Colon transversum, das kleine Netz, Omentum minus, von der kleinen Curvatur zur concaven untern Fläche der Leber, das ligamentum phrenico-gastricum, vom Zwerchfell auf die vordere Fläche des Magens zu beiden Seiten der Cardia, und das ligamentum gastro-lienale, vom Magen auf die Milz. Die mittlere Haut des Magens ist die Muskelhaut, die zwar etwas dünner ist, als die der Speiseröhre, aber doch immer noch stark und aus drei Schichten von blaßrothen Fleisch-

fasern besteht, von denen die erste und äußerste aus Längenfasern zusammengesetzt ist, die von der Cardia aus strahlenförmig gegen den Fundus und Pylorus hin sich ausbreiten, an der kleinen Curvatur aber, der Länge nach hinlaufend, auf das Duodenum übergehen. Die zweite oder mittlere Schichte besteht aus Kreisfasern, die von einer Curvatur zur andern laufen und zwischen den Platten der valvula pylori einen Sphincter bilden. Die innerste Faserndchichte besteht aus schiefen Fasern, die sich als Fortsetzung der Ringfasern der Speiseröhre an beiden Magenflächen schief nach rechts gegen die große Curvatur hin erstrecken.

Die dritte und innerste Haut des Magens ist die Schleimhaut, welche sich vom Schlund aus dahin fortsetzt; sie ist ziemlich fest, dabei aber dünn und sehr dehnbar, in der Regel von weißlich=rother Farbe, obwohl sie auch manchmal ein bräunliches, oft auch marmorirtes Aussehen hat; immer aber besitzt sie eine intensivere Färbung als die Schleimhaut der Speiseröhre, besonders während der Verdauung, wo sie eine stärkere und mehr gleichförmige Röthe zeigt. Ihr Epithelium, mit welchem sie überzogen ist, ist viel dünner als das der Schleimhaut des Schlundes und besteht nach Henle an der Cardia und etwas weiter nach Innen aus dünnen Cylindern, während das die übrige Schleimhaut bedeckende Epithelium aus kleinen Zellen besteht, am Pylorus aber wieder als Cylinder=Epithelium auftritt, welches dann den ganzen übrigen Darmkanal auskleidet. Weil die Schleimhaut des Magens sich nicht so stark zusammenzieht, wie die Muskel= und seröse Haut, so bildet sie auf ihrer innern Oberfläche zahlreiche Runzeln, welche bei ausgedehntem Magen mehr verschwinden. An der Cardia, wo diese Runzeln als Fortsetzung der Falten des Oesophagus strahlenförmig divergiren, und am Pylorus, wo sie eine mehr geschlängelte Form zeigen, sind sie am auffallendsten. Die ohnehin etwas dicke Schleimhaut am Pylorus bildet daselbst eine aus zwei in einander übergehenden Platten bestehende ringförmige Falte, Pförtnerklappe, valvula Pylori, zwischen deren Platten die ringförmigen Muskelfibern als Sphincter Pylori auftreten.

Nach Bischof besteht die ganze Magenschleimhaut aus unzähligen, kleinen, $\frac{1}{2}'''$ großen Drüschen, die senkrecht in dem sie umgebenden Zell= und Gefäß=Gewebe stehen und mit ihren

blinden Enden gegen die Zellhaut, mit ihren offenen Mündungen aber gegen die Höhle des Magens gerichtet sind, welche am Blindsack und der Cardia weniger dicht, gegen den Pylorus hin aber dichter beisammen stehen, daher die freie Oberfläche der Magenschleimhaut von den vielen Oeffnungen dieser Drüsen wie punktirt aussieht.

Unmittelbar unter der Schleimhaut, also zwischen ihr und der Muskelhaut, ist ein dichter Zellstoff abgelagert, in welchem sich zahlreiche Blutgefäße baumförmig verzweigen, und welche mehrere Anatomen für eine eigene Haut, die sogenannte Gefäßhaut, tunica vasculosa, halten, die aber weiter nichts, als ein der Schleimhaut angehöriger, etwas dichterer Zellstoff ist. In diesem Zellstoff theilen sich die Blutgefäße in immer kleinere Zweige und Reiserchen, dringen dann mit ihren feinsten Zweigen zwischen die Drüsen der Schleimhaut ein, umspinnen diese bis an ihre Oberfläche, wo sie ein regelmäßiges Maschen-Netz bilden, aus welchem dann der Magensaft abgesondert wird und sich durch die feinen Oeffnungen der Drüsen in den Magen entleert. Neben diesen Magendrüsen findet man noch einzelne größere Drüsen, die zerstreut umher liegen und nur einfachen Schleim absondern.

Saugadern besitzt der Magen in großer Menge, welche längs der Blutgefäße, theils mehr oberflächlich, theils mehr tief liegen.

Bevor ich zu der Verdauungsthätigkeit des Magens übergehe, muß ich hier noch bemerken, daß die frühere Ansicht, als gienge die Verdauung allein im Magen vor sich, durch die neuen Untersuchungen über die Wirkung des Magensaftes nun gänzlich widerlegt ist, in Folge dessen der Magen gegenwärtig nicht mehr als Central-Organ der Verdauung betrachtet werden kann. Wie wir weiter unten sehen werden, beschränkt sich seine verdauungswirkende Kraft hauptsächlich auf die Albuminate, die leimgebenden Stoffe und die stärkemehlhaltige Nahrung, welche letztere in ihm aber nur durch Speichel in Zucker, Milchsäure, und zum Theil auch in Buttersäure übergeführt wird. Zum weitern Schwinden seines Nimbus trug ferner noch die Entdeckung bei, daß selbst die in der neuesten Zeit sich als sehr einseitig herausstellende Wirkung des Magensafts diesem nicht ausschließlich zukommt, sondern auch, wie wir später sehen werden, durch die Secrete des Dünndarms vollbracht wird.

Magensaft. Der von dem Capillargefäß-Netz der obenbeschriebenen Magendrüsen in diese secernirte und in den Magen entleerte Magensaft ist eine helle, oder schwach gelbliche, mit etwas Schleim vermischte, geruchlose Flüssigkeit, von etwas salzigem, dabei stark saurem Geschmack und saurer Reaction. Er wird nüchtern nie, sondern nur während der Verdauung, oder in Folge einer mechanischen Reitzung der innern Oberfläche des Magens abgesondert. Außer Wasser, freier Säure und Salzen enthält er einen eigenthümlichen Körper, das Pepsin, welches von Schwann entdeckt, von Wasmann aber zuerst als eine gelbliche, gummiartige Masse isolirt dargestellt wurde. Nach Moleschott ist dessen Elementar-Analyse unbekannt, weil das freie Pepsin, das sich selbst bei sehr niedrigem Wärmegrad zersetzt, zum Zweck der Analyse nie getrocknet werden kann. Nach Schwann ist es löslich in Wasser, in Alkohol unlöslich und durch Gerbsäure fällbar. Es zeichnet sich dadurch aus, daß es, mit einer geringen Menge Säure versetzt, Eiweiß und Faserstoff schnell auflöst, eine Eigenschaft, die es durch Versetzen mit starken Mineralsäuren, nach Frerich aber auch bei 60 — 70°, und besonders durch Kochen verliert, obwohl es in der Siedhitze nicht gerinnt.

Da das Pepsin nur in Verbindung mit einer freien Säure seine verdauende Kraft hat, so wird diese aufgehoben, wenn der Magensaft mit Alkalien gesättigt wird.

Es ist dem Eiweiße sehr ähnlich, daher seine Abstammung aus einem eiweißartigen Körper des Bluts unzweifelhaft ist.

Nach Schmidt ist die Salzsäure mit dem Pepsin verbunden, welche Verbindung er Chlorpepsin-Wasserstoffsäure nennt; sie bildet mit Eiweiß Salze und diese Salze sind die löslichen Peptone, die bei der Verdauung der Eiweißkörper entstehen, deren Menge durch die Quantität der Chlorpepsin-Wasserstoffsäure bedingt ist, die aber vermehrt wird, wenn man die richtige Menge freie Salzsäure zusetzt, wodurch die entstandenen Peptone zerlegt werden, so daß sich lösliches salzsaures Eiweiß bildet und neue Mengen von Chlorpepsin-Wasserstoffsäure frei werden. Ist dann die Flüssigkeit mit gelösten Eiweißverbindungen gesättigt, dann wird die Chlorpepsin-Wasserstoffsäure zersetzt, wodurch, nach Schmidt, der Prozeß sein Ende erreicht.

Dieser Ansicht zufolge löst diese gepaarte Säure die Eiweiß-

körper dadurch, daß sie sich mit ihnen zu löslichen Salzen verbindet, und also chlorpepsin-wasserstoffsaures Albumin, Fibrin und dergl. entsteht. Schmidt hält demnach die Magensäure für eine chemische Verbindung von Pepsin und Chlorwasserstoffsäure und führt als Beweis für das Gebundensein der Säure den Umstand an, daß der eingedampfte Magensaft eben so viel Salzsäure enthalte, als frischer; für das Gebundensein des Pepsin aber, daß dieses durch Alkali aus seiner Verbindung gefällt werde.

Gegen diese von Schmidt aufgestellte Hypothese über die Verbindung der Eiweißkörper mit dem Magensaft spricht zunächst das Verhalten der isolirten Peptone selbst; diese verbinden sich nach Lehmann leicht mit Alkalien und Erden zu neutralen, leichtlöslichen Salzen, welche nur durch Gerbsäure, Sublimat und ammoniakhaltiges essigsaures Bleioxyd, aber nicht durch Säuren und andere Metallsalze gefällt werden; so läßt sich auch das Albumin aus dem chlorpepsin-wasserstoffsauren Albumin durch concentrirte Salpetersäure nicht ausscheiden. Ferner spricht, worauf namentlich Frerich aufmerksam macht, besonders noch der Umstand dagegen, daß so außerordentlich geringe Mengen von Pepsin so große Mengen von Eiweiß zu lösen im Stande sind. Doch ist nach Funke nur eine bestimmte Menge Magensaft im Stande, eine bestimmte Menge Eiweißstoffe in Pepton zu verwandeln, welche Quantität übrigens nicht bei jedem Magensafte dieselbe ist, wie z. B. der Labsaft der Schafe ein geringes Lösungsvermögen besitzt wegen seines geringen Säuregehalts; immer aber erreicht das Lösungsvermögen des Magensaftes eine gewisse Grenze, so daß weiter zugesetztes Eiweiß unverändert bleibt. Durch Zusatz einer freien Säure kann übrigens die lösende Kraft eines so erschöpften Magensaftes wieder hergestellt und durch wiederholten Säurezusatz so lange wirksam erhalten werden, bis die Flüssigkeit mit Pepton ganz überladen und das im Verein mit der Säure wirkende Pepsin ganz zersetzt ist. Wir sind nach Allem diesem in gegenwärtigem Augenblicke nicht im Stande, die Wirkung des Magensaftes auf die Albuminate seinem Wesen nach zu erklären; mit Bestimmtheit wissen wir nur so viel, daß diese Kraft nur auf der vereinten Wirkung von Säuren und Pepsin beruht, weil auf der einen Seite die Wirkung des Magensaftes durch Kochen, auf der andern Seite aber auch durch Sättigung derselben durch Alkalien zerstört

wird. Als das günstigste Säureverhältniß des Magensaftes bezeichnet Lehmann nach seinen Untersuchungen, wenn 100 Theile Magensaft durch 1,25 Theil Kali genau neutralisirt werden.

Die fernere Thatsache, daß nicht mit Speichel vermischter Magensaft besser verdaut, als der speichelhaltige, läßt sich aus dem Umstande erklären, daß das Alkali des Speichels die freie Säure des Magensaftes theilweise sättigt, wie ja überhaupt die Wirkung des Magensaftes durch Alkalien aufgehoben wird; durch Zusatz von kleinen Mengen Fett wird dagegen die Wirkung des Magensaftes erhöht.

Daß endlich der Magensaft, wenn er mit dem Chymus in den Dünndarm gelangt ist, keine Wirkung mehr hat, geht aus der Thatsache hervor, daß ein Zusatz von Galle die lösende Wirkung des Magensaftes gänzlich vernichtet, ein Umstand, welcher aus der Sättigung der freien Säure des Magensafts durch das Alkali der Galle nicht zu erklären ist, da dieser Fall auch dann eintritt, wenn nur geringe Mengen von Galle zugesetzt werden, so daß an eine Sättigung der freien Säure nicht zu denken ist.

Es fragt sich nun, von welcher Säure die starksaure Beschaffenheit des Magensafts herrührt. Frerich bestreitet die Bildung von Milchsäure im Magen, weil bei stärkemehlhaltiger Nahrung Traubenzucker in's Blut übergeht, wogegen Moleschott ganz richtig bemerkt, daß, wenn das Vorkommen von Zucker im Blute ein Gegenbeweis gegen die Bildung von Milchsäure im Magen wäre, sich, wie Frerich selbst beobachtete, im untern Theil des Darmkanals nie Milchsäure bilden könnte, und wenn auch ein Theil Zucker in's Blut übergeht, so geht nie die ganze Quantität über; daß aber der Magensaft Milchsäure enthalte, hat Lehmann schon im Jahre 1847 auf's Entschiedenste dargethan.

Nach Lehmann verliert der Magensaft beim Verdampfen nicht nur Wasser, sondern auch Salzsäure, welche letztere aber nicht vom Kochsalz, sondern von dem im Magensaft enthaltenen Chlorkalium oder Chlormagnesium herstammt, welche durch Milchsäure zersetzt werden, woraus allerdings die Entstehung von Salzsäure erklärlich, die Anwesenheit von Milchsäure aber nicht bewiesen ist, weil nach Mulder für die Zersetzung des Chlormagnesiums nicht einmal Milchsäure nothwendig ist, da dieses selbst bei gewöhnlicher Temperatur und ohne alle Säure in Salzsäure und Bitter-

Erde zerfällt, was bei der 38° betragenden Magenwärme um so leichter erfolgt.

Da ferner durch salpetersaures Silber aus dem Magensaft ein Stoff niedergeschlagen wird, welcher sich in Salpetersäure auflöst, milchsaures Silber aber wegen seiner Löslichkeit in Wasser diesen Niederschlag nicht bilden kann, so schließt Moleschott, daß neben der Milchsäure noch eine Säure da sein müsse, welche jenen Niederschlag erklärt, und diese ist wahrscheinlich die von Schmidt bezeichnete Chlorpepsin-Wasserstoffsäure.

Weil nun die Salzsäure in ihrem freien Zustande nicht von den Magendrüsen abgesondert wird, so ist ihre Quelle theils in der Zersetzung des im Magensafte enthaltenen Chlorkaliums und Chlormagnesiums, theils in den in der Nahrung enthaltenen Chlorverbindungen zu suchen.

Die Bildung der mehr zufällig im Magensafte auftretenden Essigsäure und Buttersäure ist aus den Zersetzungen des Alkohols und der stärkemehlhaltigen Nahrungsstoffe leicht erklärlich.

Als Resultat der bisherigen Untersuchungen über den Magensaft stellt sich nun heraus, daß Milchsäure und wahrscheinlich auch Chlorpepsin-Wasserstoffsäure sichere Bestandtheile desselben sind und hauptsächlich dessen saure Reaction bedingen, daß aber auch Salzsäure darin vorkommen kann, während das Auftreten von Buttersäure und Essigsäure in ihm mehr zufällig ist.

Nach den Untersuchungen von Moleschott herrscht unter den unorganischen Bestandtheilen des Magensaftes Kochsalz vor, dann Chlorkalium, Chlorkalcium, Chlormagnesium, Eisenchlorür, phosphorsaure Bitter-Erde, phosphorsaurer Kalk und Spuren von Mangan.

Der übrige Theil des Darmkanals, oder der Darmkanal im Dünndarm. eigentlichen Sinne, welcher am Pylorus beginnt und mit dem After endet, und sich als häutiger, ausdehnbarer Schlauch in vielen Windungen durch die Mittel- und Unterbauch-Gegend, und mit einzelnen Schlingen sich selbst in das kleine Becken hinzieht, wird aus denselben Häuten gebildet, wie der Magen, und zerfällt zunächst in zwei Abtheilungen, nämlich den dem Magen zu gelegenen Dünndarm (weil er enger ist) und den nach unten gelegenen Dickdarm, während jeder wieder aus drei Abtheilungen besteht, nämlich der Dünndarm aus dem Duodenum, Jejunum und Ileum, und der Dickdarm aus dem Coecum, Colon und Rectum.

Der ohngefähr viermal längere, aber engere Dünndarm beginnt am Pylorus, zieht sich unter vielfachen Windungen durch die regio umbilicalis und hypogastrica und endet in der regio iliaca dextra mit der valvula Bauhini. Seinen Anfang macht

Duodenum. das Duodenum, der Zwölffingerdarm, welcher in Gestalt eines Hufeisens den Kopf des Pankreas umgibt und in eine pars horizontalis superior, pars descendens und pars horizontalis inferior zerfällt. Der obere Quertheil ist der kürzeste und zieht sich vom Pylorus horizontal rechts bis zum Hals der Gallenblase, so daß er hinter den lobulus quadratus der Leber und vor den ersten Lendenwirbel und vor die Aorta zu liegen kommt. An der linken Seite der Gallenblase bildet das Duodenum einen Winkel und geht in den absteigenden Theil über, welcher senkrecht hinter dem rechten Leberlappen gegen den vierten Lendenwirbel herabsteigt und hier dann in den untern Quertheil übergeht, welcher sich, als der längste Theil, hinter dem colon transversum und vor der Aorta und Vena cava inferior bis vor die linke Seite des dritten Bauchwirbels erstreckt und hier in's Jejunum übergeht.

Die Schleimhaut des Duodenums bildet im untern Quertheil die sogen. valvulae conniventes Kerkringii, die hier etwas höher sind und näher beisammen liegen als im Ileum, während sich die Glandulae Brunnerianae besonders im obern Quertheil in größerer Menge vorfinden.

Die Muskelhaut des Duodenums ist etwas dicker als in dem übrigen Dünndarm, während das Peritanäum das Duodenum nur an der vordern Fläche überzieht und, mit Ausnahme des obern Quertheils, die hintere Fläche ganz freiläßt, welche durch Zellgeweb an die hintere Wand der Bauchhöhle befestigt ist, weswegen sich auch dieser Theil des Dünndarmes durch geringe Beweglichkeit auszeichnet. Die Lymphgefäße des Duodenums, welche zum Plexus lumbalis treten, sind nicht so zahlreich, als im Jejunum.

Jejunum. Vor der linken Seite des dritten Lendenwirbels geht das Duodenum in's Jejunum über, welches sich zuerst rechts lenkt und dann unter Bildung von vielfachen Windungen, mit welchen es die Nabel-, den obern Theil der Unterbauch-Gegend und die Darmgegenden ausfüllt, ohne bestimmte Grenze in den Krumm-

Ileum. darm, Ileum, übergeht, welcher mit ebenso mannigfaltigen Windungen den untern Theil der regio hypogastrica und der regiones

iliacae ausfüllt und mit einem Theil in die Höhle des Beckens hinabreicht, wo er beim Manne zwischen Harnblase und Mastdarm, beim Weibe zwischen Blase und Uterus und zwischen letzterem und dem Mastdarm zu liegen kommt. An seinem Ende geht er vor dem Psoas-Muskel schräg aus der Beckenhöhle nach Außen zur innern Fläche des Darmbeins hinauf, wo er sich in die innere Wand des Grimmdarms senkt und hier durch die valvula Bauhini von ihm getrennt ist.

Das Jejunum und Ileum zusammen sind 18—19 Fuß lang, wovon die obere zwei Fünftheile dem Jejunum, die drei untern dem Ileum angehören, werden vom Dickdarm rings umgeben und von einer bedeutenden Falte des Bauchfells aufgenommen, welches sie von der innern, concaven Seite rings umkleidet und das Dünndarmgekrös, Mesenterium, bildet, während die convexe Fläche der Darmwindungen vom großen Netz bedeckt ist; durch diese Anheftung an die lange Peritoneal-Falte erhält auch dieser Theil der Gedärme seine freie Beweglichkeit.

Die Valvulae Kerkringii, welche schon im Jejunum, besonders aber im Ileum, nicht mehr so nahe beisammenstehen, fehlen am Ende ganz, während hier, besonders im untern Theile, an der vordern Wand die glandulae Peyerianae auftreten; die Saugadern sind hier die wahren Chylusgefäße, entstehen in den Darmzotten der Darmschleimhaut, durchbringen die Muskelhaut schräg, wo sie auch die oberflächlichen Saugadern aufnehmen, und laufen unter dem Peritonalüberzug von der vordern und hintern Fläche des Darms einander entgegen zu dem Theile des Darms, an welchem das Mesenterium angeheftet ist. Hier vereinigen sich die von der vordern und hintern Fläche des Darms kommenden Saugadern mit einander zu mehreren Stämmchen, welche dann zwischen den Blättern des Mesenteriums durch eine oder mehrere Drüsen, glandulae mesentericae, hindurchtreten, dem Laufe der Blutgefäße folgen, und sich netzförmig unter einander verbinden. An der rechten Seite des Ursprungs der arteria mesenterica superior, an der Wurzel des Mesenteriums und in der Nähe des Pankreas, vereinigen sie sich dann in mehrere Stämme, verbinden sich mit den Saugadern der Leber, Milz, des Pankreas und des Dickdarms und bilden so die Wurzel des ductus thoracicus. Die genannten Gekrösdrüsen des Dünndarms, welche längs den Gefäßen, zwischen

den beiden Platten des Mesenteriums, und zwar in mehreren Reihen hinter einander, liegen, sind die größten und auch zahlreichsten; es sind deren über 100.

Wie der Magen, so besteht auch der Dünndarm aus drei hinter einander liegenden Häuten, von denen die äußerste seröse eine Fortsetzung des Bauchfells ist und nur zur Befestigung dient. Die zweite, die Muskelhaut, ist viel dünner, als die des Magens, und besteht nur aus zwei Schichten, deren äußere aus Längefasern, die innere aus Kreisfasern gebildet wird; sie dient zur Hervorbringung der peristaltischen Bewegung des Darms, welche sie, aber ganz unwillkürlich, durch Kontraction ihrer Fasern hervorbringt, die ihre Richtung vom Anfange des Darms gegen das Ende hinnimmt, und deren Grad von der Beschaffenheit des Chylus abhängt. Diese Kontraction erfolgt wurmförmig in der Richtung von oben nach unten. Da aber an jedem Punkte der Darmschleimhaut, wo ein Reitz einwirkt, eine nach oben wie nach unten sich ausbreitende Bewegung erfolgt, so ist die Richtung nach unten nur deswegen überwiegend, weil unter den gewöhnlichen Umständen die Kontractionen der höher gelegenen Darmschichten viel lebhafter und kräftiger sind und so die Richtung nach unten überwiegend wird.

Die Schleimhaut des Dünndarms ist eine Fortsetzung der des Magens, nur mehr blaß als diese. Damit sie eine möglichst große Oberfläche ohne große Raumbeschränkung darbiete und den Ausdehnungen des Darms nachzugeben im Stande ist, besitzt sie viele nach Innen in die Höhle des Darms hineinragende, schmale, Cförmige Falten (Valvulae conniventes Kerkringii), sowie nach Außen ragende, kleine Vertiefungen (Glandulae Lieberkühnianae), wodurch ihre innere Oberfläche ein siebartiges Ansehen bekommt. Das Innere der Schleimhaut dieses Theils des Darmkanals ist mit reichem Cylinder-Epithelium überzogen, und hier ist die Stelle, wo nicht nur die Ausscheidung vom Darmsaft und Darmschleim, sondern hauptsächlich auch die Auffaugung vom Chylus erfolgt, zu welchem Zwecke die Schleimhaut mit vielen zarten Zotten und vielen Drüsen besetzt ist, welche für die Verdauung sowohl, als namentlich für die Blutbildung von höchster Wichtigkeit sind, und deswegen hier näher betrachtet werden müssen.

Die mit zahlreichen Zotten, villis, besetzte innere Oberfläche des Dünndarms hat das Ansehen eines dicken Pelzwerkes, und nach

Müller sind diese Zotten an der Basis breiter und hängen durch ein häutiges Fältchen unter einander zusammen; ihr Ende ist bald mehr rund, bald mehr zugespitzt, bald wie abgeschnitten und ohne Oeffnung. In ihrem Innern sind diese Zotten mit einem Netz von Blutgefäßen durchdrungen und in ihnen sind die Anfänge der Saugadern; sie sind also innerhalb hohl und bestehen aus drei Schichten, wovon die innerste die Wand eines Lymphgefäßes, die mittlere die von einem Blutgefäßnetz durchzogene Schleimhaut und die äußerste das Cylinderepithelium ist. Diese Zotten, welche im obern Quertheile des Duodenums ganz fehlen, stehen von der plica longitudinalis duodeni abwärts am dichtesten, und sind auch am größten, während am Ileum ihre Länge schon wieder etwas abnimmt, indem sie nach Krause im Jejunum eine Länge von $1/4 - 1/3'''$ haben und $1/6'''$ breit sind; am Ileum dagegen sind sie nur $1/5 - 1/4'''$ lang und $1/8'''$ breit; an der Valvula Bauhini hat nur die dem Ileum angehörige Platte Zotten. Aus diesem ihrem Vorkommen, und weil in ihnen die Lymphgefäße ihren Ursprung nehmen, kann man bestimmt annehmen, daß sie zur Aufsaugung des Chylus dienen.

Nach Bock bilden die in den Zotten entspringenden Lymphgefäße, welche die Blutgefäße des Darms begleiten, in den interstitiellen Zellgewebsschichten zwischen den einzelnen Häuten des Darms Netze, welche bis zur äußern Oberfläche der Schleimhaut vordringen. Man kann zwei mit einander kommunicirende Lagen unterscheiden, wovon die innere zwischen der Schleim- und Muskelhaut, die äußere zwischen der Muskelhaut und serösen Haut liegt; aus beiden Netzen gehen feine Stämmchen in schiefer Richtung ab zu den am convexen Rand des Darms befindlichen Lymphdrüsen und laufen dann auf oben beschriebene Weise zum ductus thoracicus.

Müllers Untersuchung zufolge sind diese Zotten bald walzenförmige, bald blättchenförmige kurze Fortsätze der innersten Haut des Darms von $1/4 - 1' - 1\,1/2'''$ Länge. Die walzenförmigen Zotten enthalten nach ihm eine einfache Höhlung, welche für den Anfang der Lymphgefäße gehalten werden kann, und die er öfters ganz mit Chylus angefüllt fand, während die breiten, platten villi mehrere unregelmäßig anastomosirende, meistens von der Basis nach dem Ende der Zotten gerichtete Kanälchen enthalten, welche blind

enden, oder sich in die fingerförmigen Fortsätze der platten Zotten fortsetzen. Diese Kanäle liegen, gleich einem unregelmäßigen Netzwerke, dicht neben einander und sind viel stärker, als die blutführenden Capillargefäße.

Nach Krause stehen diese Zotten mehr oder weniger gedrängt beisammen, je nachdem die Schleimhaut ausgedehnt oder zusammengezogen ist; im Durchschnitt kann man auf eine Quadrat-Linie im Duodenum und Jejunum 50—90, im Ileum 40—70 Zotten rechnen. Auch werden nach Krause diese Zotten von vielen anastomosirenden Schlingen von Capillargefäßen durchzogen, und mitten durch dieses Capillargefäßnetz sah dieser Forscher ein aus mehreren kleinen, zum Theil netzförmig kommunicirenden Saugadern entstandenes Lymphgefäßströmchen von $\frac{1}{72}'''$ Durchmesser laufen.

Die sog. kerkringischen Klappen, valvulae Kerkringii, sind halbmondförmige, 1—2''' lange, in die Höhle des Darmes hineinreichende Falten, die aus zwei Blättern bestehen und, wenn der Darm leer ist, auch dachziegelförmig übereinander liegen; wie die übrige Schleimhaut, sind auch sie mit Zotten besetzt. Sie haben den Zweck, die Oberfläche des Darmes zu vergrößern, ohne zu viel Raum in Anspruch zu nehmen, sind im untern Quertheil des Duodenums und im Jejunum am dichtesten, größten und zahlreichsten, während sie im Ileum kurz sind und am Ende des Ileums, sowie im obern Quertheile des Duodenums ganz fehlen.

Die Lieberkühn'schen Grübchen, cryptae Lieberkühnianae, sind nach Krause kleine, zwischen der Basis der Zotten sichtbare Vertiefungen von $\frac{1}{20}'''$ Tiefe und $\frac{1}{40}$ — $\frac{1}{30}'''$ Durchmesser, so daß sich zwischen zwei Zotten oft 3—8 solcher Vertiefungen befinden; ihre Wände sind mit Capillargefäßnetzen durchzogen und auf ihrem Boden befinden sich ein oder mehrere, mit weißer Flüssigkeit gefüllte Bläschen von $\frac{1}{50}$ — $\frac{1}{100}'''$ Durchmesser, welche einige Anatomen für Schleimdrüsen, andere für die Anfänge der Lymphgefäße halten.

Außer den genannten Zotten und Drüsen kommen in der Schleimhaut des Dünndarms noch einfache Schleimbälge, die Brunner'schen und die Peyer'schen Drüsen vor.

Die einfachen Schleimbälge, glandula mucosae solitariae, liegen überall zerstreut umher, doch im Jejunum in größter Menge und sind nach Krause einfache, zwischen der Schleimhaut und

der Muskelhaut liegende Schleimbälge, welche die Erstere in Gestalt eines kleinen, dicht mit Zotten besetzten Hügels hervordrängen; sie sind $^1/_4$ — $^4/_5$''' groß, öffnen sich mit 1—3 Mündungen zwischen den Basen der Zotten, und haben eine kleinere Höhle und dickere Wände, als die Peyer'schen Drüsen; sie enthalten einen körnigen Schleim und stehen mit den Peyer'schen Drüsen im Gegensatz; je größer nehmlich ihre Zahl, desto kleiner die der Peyer'schen Drüsen. Diese letztern, nehmlich die Peyer'schen Drüsen, sind vorzugsweise im untern Theil des Ileums, während sie im obern Theil des Ileums und im untern des Jejunums zwar größer, aber viel weniger zahlreich sind; sie liegen nur an der, dem Ansatz des Mesenteriums entgegengesetzten vordern Wand des Darms und bilden nach Krause weiße, rundliche, ebene oder etwas hervorragende Stellen der Schleimhaut, die von Zotten kranzförmig umgeben werden, auf welchen selbst aber keine Zotten zu entdecken sind. Diese weißen Stellen bilden die Wand eines Schleimbalges von $^1/_5$ — $^1/_3$''' Durchmesser, dessen Höhle aber größer, und dessen Wände dünner sind, als die eines einfachen Schleimbalges; 5—6 Mündungen durchbohren in schräger Richtung in einem Kreise die Schleimhaut, und ihre Höhlen enthalten einen graulich-weißen, feinkörnigen Schleim.

Die Brunner'schen Drüsen kommen nach Krause besonders im obern Quertheil des Duodenums und im übrigen Dünndarm nur vereinzelt vor, sind $^1/_8$ — $^1/_2$''' große, rundliche, linsenförmige Glandulae compositae acinosae, ragen mit dem größten Theile ihres Umfangs mehr an der äußern, als an der innern Oberfläche der Schleimhaut hervor und öffnen sich nach der Höhle des Darms.

Der Dickdarm, Intestinum crassum, welcher aus dem Blinddarme, Coecum, dem Grimmdarme, Colon, und dem Mastdarme, Rectum, besteht, umgibt die Dünndarm-Windungen bogenförmig, indem er im untern Theile der regio iliaca dextra mit einem blinden Ende, Coecum, anfängt, dann als Colon zum rechten Hypochondrium bis unter die Leber in die Höhe steigt, Colon ascendens, hier eine Krümmung macht, flexura coli dextra, von hier dann unter dem Magen quer zur Milz hinübergeht, als Colon transverasum, hier abermals eine Grümmung macht, flexura coli sinistra, dann durch die linke Hüftbeingegend herabsteigt, Colon descendens, sich hier Sförmig krümmt, S romanum, und im kleinen Becken Dickdarm.

mit dem Mastdarme endet. Auch er besteht aus drei Häuten, der äußern serösen, der mittlern Muskel- und der innern Schleimhaut. Während der Mastdarm gleichmäßig cylindrisch ist, haben das Coecum und Colon ein mehr höckeriges Aussehen, indem an ihnen drei glatte, fingerbreite Streifen, taenia, nach der Länge des Darms verlaufen, zwischen welchen blasenförmig hervorgetriebene und durch quere Einschnürungen getrennte Erweiterungen sich befinden.

Intestinum coecum. Der Blinddarm, intestinum coecum, liegt als kurzer, weiter, rundlicher Sack von 2—3 Zoll Weite mit einem blinden, stumpfen, nach unten und außen gekehrten Ende in der regio iliaca dextra auf dem rechten m. iliacus internus, ist nach unten geschlossen und durch lockeres Zellgeweb und ein kurzes, nicht vollkommen umschließendes Gekrös befestigt, und geht da, wo sich das Ileum mit der Bauhinischen Klappe in die Höhle des Dickdarms einsenkt, in das Colon über. Aus der hintern und linken Fläche dieses Darms ragt der Wurmfortsatz, processus vermiformis, als ein enger, cylindrischer Fortsatz hervor, der sich bald nach dieser, bald nach jener Seite hin krümmt, 2—6″ lang und 2—3‴ dick ist, mit abgerundetem, geschlossenem Ende aufhört, und durch eine kleine Falte des Bauchfells an dem Blinddarm befestigt wird. In diesem Theile des Darms sind die Saugadern schon viel weniger zahlreich, als am Dünndarm.

Intestinum colon. Der Grimmdarm, intestinum colon, zerfällt, wie wir gesehen, in ein colon ascendens, transversum und descendens, und fängt in der regio iliaca dextra an der innern Fläche des m. iliacus internus an. Am aufsteigenden und absteigenden Theil des Colons ist nur die vordere Wand vom Bauchfell bekleidet, während dessen hintere Wand durch Zellgeweb an die hintere Bauchwand angeheftet ist; das colon transversum dagegen ist in eine vollständige Falte des Peritonäums gewickelt und deshalb weit beweglicher.

Die Muskelhaut des Colon und Coecum verhält sich in Beziehung auf seine Längen- und Kreisfasern anders, als im Dünndarm und Mastdarm. Die Längenfasern liegen nehmlich nicht rings um den Darm herum, sondern dicht nebeneinander und sind in drei breite Stränge geordnet. Am Wurmfortsatz beginnend, enden sie am Mastdarm, wo die einzelnen Fasern schon wieder mehr auseinander treten; weil nun diese Längenfasern kürzer sind,

als die übrige Haut des Darms, so wird diese der Länge nach zusammengezogen und es bilden sich drei Reihen wulstiger Hervorragungen auf der äußern Oberfläche, und Innen dieser Hervorragungen entsprechende Vertiefungen.

Die Schleimhaut des Coecum und Colon hat keine Zotten, aber viele zarte Falten, zwischen welchen sich feine Zellen, cryptae, befinden. Die viel weniger zahlreichen Saugadern des Dickdarms laufen zwischen den Platten des Mosocolons durch die glandulae mosocolicae zu einigen größern Stämmen zusammen, die sich dann mit den Saugadern des Dünndarms am Anfange des ductus thoracicus vereinigen. Die Saugadern des Colon descendens und des Rectums senken sich in den plexus lumbalis und sacralis.

Der 1 Fuß lange und $1\frac{1}{2}-2\frac{1}{2}''$ weite Mastdarm, intestinum rectum, liegt an der vordern Fläche des Kreuzbeins, also in der Mitte der hintern Wand des kleinen Beckens, und bildet das Ende des ganzen Darmkanals. Er beginnt unterhalb des S romanum an der linken Seite des fünften Lendenwirbels, steigt dann an der vordern Seite des Kreuzbeins zuerst etwas schief von links nach rechts, dann gerade herab bis zur Spitze des Steißbeins, wo er beim Manne unterhalb des Blasengrundes, beim Weibe hinter der Wand der Scheide mit dem Anus endet. Vom Peritanäum wird er nur an seiner vordern Fläche eine Strecke weit bekleidet, so daß er also größtentheils außerhalb des Bauchfells liegt, und sein übriger Theil durch Zellgeweb angeheftet ist. Seine Muskelhaut, über 1''' dick, ist viel dicker als die der übrigen Därme, ihre Längefasern liegen weiter auseinander und umgeben wieder den ganzen Darm, während die darunter liegenden Kreisfasern Einschnürungen bewirken und um so näher beisammen liegen, je mehr sie sich dem After nähern, so daß sie unmittelbar oberhalb desselben einen engern, 3—4''' breiten Ring bilden, den musculus sphincter ani internus, welcher die Oeffnung des Mastdarms verschließen kann. Intestinum rectum.

Die Schleimhaut des Mastdarms ist nicht nur fester und stärker als in den übrigen Därmen, sondern auch, wie die Muskelhaut, um so röther, je mehr sie sich dem After nähert; sie bildet Längenfalten, die in die Höhle des Darms hineinragen, und nur am obern Ende eine quere und am After eine ringförmige Falte. Zwischen diesen Falten sind Grübchen und größere Schleimhöhlen.

Diese verschiedenen, bei der anatomischen Beschreibung des Darmkanals näher betrachteten Drüsen und drüsenartigen Apparate dienen theils zur Secretion der verschiedenen Verdauungsflüssigkeiten, theils zur Aufsaugung der Lymphe, welche letztere namentlich durch die in den Darmzotten und Lieberkühn'schen Drüsen liegenden Anfänge der Chylusgefäße erfolgt, während die übrigen zur Secretion des Darmsaftes und Darmschleimes dienen, da nach Frerich namentlich der Darmsaft von den schlauchartigen, über den ganzen Darmkanal vom Pylorus bis zum After verbreiteten Drüsen abgesondert wird. Dieser Darmsaft, succus enteriticus, ist nach Frerich eine farblose, glasartig durchsichtige, zähe Flüssigkeit, stets mit vielem Schleim vermischt, und enthält außerdem noch Eiweiß und eine, dem Käsestoff ähnliche Materie. Einigen Beobachtern zufolge enthält er im ersten Drittheile des Dünndarms Spuren von Essigsäure, während er nach Frerich im ganzen Darmkanal stark alkalisch reagirt und nie eine ihm angehörige freie Säure enthält, so daß die bisweilen eintretende saure Beschaffenheit desselben nur von der freien Säure des Magensafts oder den von Nahrungsstoffen herrührenden Säuren stammt. Alkohol und Metalloxyde erzeugen Niederschläge in ihm. Nach Frerich enthält er auch noch Fett und außerdem noch Kochsalz, phosphorsaure und schwefelsaure Alkalien, sowie phosphorsaure Erden. Im nüchternen Zustande wird er nur sehr unvollkommen, d. h. ärmer an thierischen Materien und Salzen und in geringer Menge abgesondert.

Darmsaft.

Außer dem schon näher betrachteten Mundspeichel, Magensaft und Darmsaft, spielen noch die Secreta zweier Organe bei der Verdauung eine sehr wichtige Rolle, nämlich der Bauchspeichel und die Galle.

Bauchspeichel-Drüse.

Der Bauchspeichel, sunus pancreatinus, ist das Secret der Bauchspeicheldrüse, des Pankreas, einer länglich-platten, 7—8″ langen Drüse; sie gehört zu den glandulis acinosis, hat einen, den Mundspeicheldrüsen sehr ähnlichen Bau und liegt innerhalb des Bauchfells hinter dem Magen, vor dem zwölften Brust- und ersten Lendenwirbel, wo sie sich von der Koncavität des Duodenums bis zur Milz hinüberzieht. Der breiteste und dichteste Theil des Pankreas, der am rechten Ende liegende Kopf, liegt gerade in der Koncavität des Duodenums und ist an die innere und hintere Wand des absteigenden Theils desselben durch Zellgeweb angeheftet,

während sein linkes, schmäleres Ende, der sog. Schwanz, durch Zellgeweb an die innere Fläche der Milz und an die linke Nebenniere befestigt ist; der zwischen diesen beiden Enden liegende Theil heißt der Körper. Seine hintere, mit dem Peritonäum nicht überzogene Fläche wird mittelst Zellgeweb an die hintere Bauchwand angeheftet. Es ist von derber Konsistenz und licht-gelb-brauner Farbe, besteht zunächst aus etwas unregelmäßigen, durch Zellgeweb locker mit einander verbundenen Läppchen, von denen jedes einzelne wieder aus mehreren runden Bläschen, acinis, zusammengesetzt ist, welche Bläschen von sehr feinen Capillargefäßen umstrickt werden, und die Anfänge der feinsten, den pankreatischen Saft führenden Kanälchen bilden, und hier wird auch dieser Saft aus dem Blute des die Bläschenwandungen umstrickenden Capillargefäßnetzes abgesondert, gelangt dann von den Bläschen in die feinsten Kanälchen, die, immer größer werdend, zusammenstoßen und endlich einen Stamm, den ductus Wirsungianus, bilden. Dieser, aus einer Zellhaut und einer Schleimhaut bestehende Gang entsteht am Schwanze des Pankreas durch Zusammentreten mehrerer Aestchen, lauft in der Mitte der Drüse, der Länge nach, zum Kopfe hin, und nimmt auf diesem Wege, da er noch mehrere kleine Zweige aufnimmt, allmählig an Weite zu, so daß er am Kopfe, wo er oft noch einen Ast aus dem kleinen Pankreas aufnimmt, über 1''' im Durchmesser hat. Aus dem Kopf herausgetreten, durchbohrt er mit dem ductus choledochus die pars descendens Duodeni, so daß er eine kleine Strecke abwärts zwischen der Muskel- und Schleimhaut fortgeht und sich dann entweder mit dem Gallengang gemeinschaftlich in's Duodenum einmündet, oder sich gerade neben diesem für sich öffnet.

Der Bauchspeichel, sunus pancreatinus, ist nach Tiedemann und Gmelin eine klare, etwas opalisirende, fadenziehende, klebrige und schwachsalzige Flüssigkeit. Den neuesten Untersuchungen von Colin und Bernard zufolge, reagirt er im gesunden Zustande alkalisch und gerinnt in der Hitze wie Eiweiß. Nach Bernard ist sein Hauptbestandtheil ein eiweißartiger Stoff, welcher durch Kochen und starke Mineralsäuren gerinnt, durch verdünnte Essigsäure und Milchsäure aber nicht. Nach Chevreul ist übrigens dieser Stoff von Eiweiß doch wesentlich verschieden, indem er, durch Alkohol gefällt, sich in Wasser löst, während das durch Alkohol gefällte Eiweiß in Wasser unlöslich ist. Wie alle Ei- Bauchspeichel.

weißstoffe, ist auch der geronnene Bauchspeichel in Alcalien löslich. Tiedemann und Gmelin fanden im Bauchspeichel eines Hundes eine, durch Chlor sich röthende, in Alkohol lösliche Materie. Nach Bernard enthält der Bauchspeichel Margarin und ein butterartiges Fett, welches Margarin, sowie die andern mit dem Bauchspeichel vermischten Fette bei der Zersetzung in Margarinsäure und Glycerin zerlegt werden.

Nach Frerich, Tiedemann und Gmelin sind von den unorganischen Bestandtheilen im Bauchspeichel Chlor, Natron, Cali und Phosphorsäure vorherrschend, während kohlensaure und schwefelsaure Alkalien, sowie kohlensaure und phosphorsaure Erden nur in geringer Menge darin enthalten sind. Unter den Alkalien herrscht das Natron über das Cali darin vor.

Wichtig für die Verdauung der Fette sind die Versuche von Bernard, nach welchen Bauchspeichel mit Fetten sehr schnell eine Emulsion bildet, wobei sich die neutralen Fette bald in Glycerin und in Fettsäuren verwandeln; ebenso bildet sich bei der Behandlung der Butter mit Bauchspeichel Buttersäure. Wenn nun, den Versuchen von Frerich und Lenz gegenüber, der Bauchspeichel nicht ausschließlich die Fähigkeit besitzt, Fette zu lösen, so hat Bernard jedenfalls bewiesen, daß er sehr viel dazu beiträgt.

Leber. Das größte drüsige Organ des Körpers ist das Organ der Gallebereitung, die Leber. Sie hat eine länglich-viereckige Form, ist 4—5 Pfund schwer und liegt größtentheils in der regio hypochondriaca dextra, von wo sie sich dicht unter dem Zwerchfell nach links bis in's Epigastrium erstreckt. Ihre obere Fläche ist concav, glatt und sieht gegen die innere Wand der Bauchdecke, ihr hinterer Rand ist breiter nnd kürzer als der vordere und stumpf abgerundet, während ihr vorderer, unterer Rand viel dünner und länger ist als ihr hinterer. Ihre untere, concave Fläche bedeckt das obere Ende der rechten Niere, die flexura coli dextra, den Pylorus und einen Theil der vordern Magenwand, und an dieser Fläche befinden sich zwei Längenfurchen, eine rechte und eine linke, welche durch eine Querfurche mit einander verbunden sind, und diese Furchen theilen die untere Leberfläche in vier Lappen, nämlich einen rechten, lobulus dexter, welcher den größten Theil der Leber einnimmt, einen linken, lobulus sinister, welcher an seinem untern, die Cardia, Curvatura minor und einen Theil der vordern Magen-

wand bedeckenden Fläche fast eben ist; einen viereckigen, lobulus quadratus, welcher zwischen dem vordern Theile der rechten und linken Längenfurche liegt und ein unregelmäßiges Viereck bildet. Der vierte ist der Spigel'sche Lappen, lobulus Spigelii, welcher hinter der Porta liegt zwischen der fossa venae cavae und ductus venosi, von wo er mit zwei Fortsätzen hervorragt. Der vordere Theil der rechten Längenfurche liegt nämlich zwischen dem lobulus dexter und quadratus und nimmt die Gallenblase auf, während der hintere Theil dieser Furche zwischen dem lobulus dexter und Spigelii liegt und die vena cava inferior aufnimmt. Der zwischen dem lobulus sinister und quadratus liegende vordere Theil der linken Längenfurche nimmt beim Fötus die vena umbilicalis, beim Erwachsenen das ligamentum teres auf, während ihr hinterer, zwischen dem lobulus Spigelii und dem linken Leberlappen liegende Theil den ductus venosus Arantii aufnimmt.

Die die beiden genannten Längenfurchen vereinigende Querfurche, fossa transversa, porta hepatis, liegt etwas weiter nach hinten, also nicht ganz in der Mitte, ist 2″ lang und $1\frac{1}{2}$″ breit, und aus ihr gehen nicht nur die aus der Leber kommenden ductus hepatici heraus, sondern sie nimmt auch die Pfortader, die Leberarterie und den plexus hepaticus nervi sympathici auf, welche Theile alle von einer dichten Schicht Zellstoff (Capsula Glissonii) umgeben sind, die sich in die Gefäße in der Lebersubstanz fortsetzt und in das die Leberläppchen vereinigende Zellgeweb übergeht.

Im normalen Zustande hat die Leber eine gelbbraune, jedoch nicht gleichförmige, sondern mehr gefleckte Farbe, so daß eine dunklere Substanz von einer helleren überall netzartig umschlossen ist; ein dichtes, hartes, unelastisches, etwas brüchiges Parenchym, und ihre Masse besteht, außer Nerven, Zellgeweb und einem Theil der glissonischen Kapsel, welche sich auch in's Innere fortsetzt, aus fünf verschiedenen Systemen von Kanälen, nämlich den Gallengängen, der Pfortader, der Leberarterie, der Lebervene und den Lymphgefäßen, welche in vielfachen Verästlungen in ihr verlaufen und in ihrer letzten capillaren Verzweigung eine unendliche Anzahl kleiner, dicht neben einander liegender Läppchen bilden. Bei der Bildung des Leberblut-Gefäßnetzes konkurriren also drei Gefäße: die Leberarterie, die Pfortader und die Lebervene. Indem die Pfortader das aus den Capillaren der Gedärme und der Milz

kommende Blut sammelt, ist sie auch eine Vene, so daß die Leber, wie sonst kein Organ, eine zuführende Vene hat.

Die Gallenkanälchen, ductus biliferi, sind jene baumförmig in der Leber verbreiteten Kanälchen, welche die vom Capillargefäß-System abgesonderte Galle aufnehmen und sie aus der Leber führen; sie bilden die Grundlage der Leber, auf welcher sich die feinsten Verzweigungen der übrigen Gefäße ausbreiten. Ihr Anfang ist jedenfalls im Innern der Läppchen, nur ist es noch nicht entschieden, ob diese sehr zarten häutigen Kanälchen, wie Müller glaubt, als gleichmäßig dicke und blind geschlossene Reiserchen aufhören, oder nach Krause als Bläschen, acini, oder ob sie nach Kiernan einen Plexus bilden. Die kleinsten, zwischen den Läppchen im Interlobulargewebe sichtbaren Gallengänge, die nach Krause einen Durchmesser von $^1/_{35}'''$ haben, treten nach Bock an der Oberfläche der Läppchen hervor, nicht aus ihrer Basis, begleiten die Aestchen der Leberarterie und Pfortader, und sind, wie diese, von einer Zellstoffschicht, einer Fortsetzung der capsula Glissonii, umgeben, von denen die kleinen nach und nach immer zu größern zusammentreten, und endlich zwei größere Gänge bilden, die in der Porta aus dem rechten und linken Leberlappen hervortreten, sich zum ductus hepaticus verbinden, welcher sich dann mit dem ductus cysticus zum ductus choledachus vereinigt.

Mit der Leberarterie durch die capsula Glissonii vereinigt, tritt die aus dem Capillargefäßnetz der Verdauungsorgane entspringende Pfortader in die parta hepatis ein, spaltet sich in einen rechten und linken Ast und verzweigt sich dann, stets mit Zellstoff, einer Fortsetzung der glissonischen Kapsel, umgeben, einer Arterie gleich, in der Lebersubstanz rasch in ihre kleinsten Zweige, venae interlobulares, und bildet nach Bock in dem die feinsten Läppchen vereinigenden Zellgewebe ein zusammenhängendes Netz von sehr feinen ($^1/_{200}$ — $^1/_{160}'''$ großen) Capillargefäßen, in welches Netz nach ihm auch die Capillargefäße der Leberarterie gehen, so daß hier eine Vermischung des Blutes der Leberarterie und der Pfortader stattfindet, und so die Absonderung der Galle aus beiden erfolgt. Aus diesem vereinigten Capillargefäß-Netz entstehen dann die Leber-Venen, was zwar Kirnan bestreitet und behauptet, daß das Blut der Capillargefäßnetze der arteria hepatica, nachdem es venös geworden, gerade in die Zweige der Pfortader

übergehe und von dieser aus mit dem übrigen Pfortaderblut in die Lebervenen, so daß also nach dieser Behauptung die Gallenabsonderung nur aus dem venösen Blute der Pfortader erfolgen würde.

Die aus der arteria cœliaca entspringende Leberarterie tritt mit den Aesten der Pfortader durch die Pforte in die Substanz der Leber und begleitet die Gallengänge bis zu den letzten Reiserchen. Ihre feinsten Aestchen, die bis zu den Läppchen gelangen, treten nach Bock und Andern in dem, diese umgebende Intercellular-Zellgewebe mit den Capillargefäßen der Pfortader zusammen, und bilden mit diesen ein gemeinschaftliches Netz, aus welchem die Gallenabsonderung erfolgt, was, wie wir gesehen, gerade Kirnan nicht zugibt.

Die Wurzeln der Lebervenen nämlich, welche vom Zellgewebe der capsula Glissonii nicht umgeben werden, entspringen aus den an den Wänden der Läppchen und im Intercellular-Zellgewebe ausgebreiteten Capillargefäßnetzen und bilden nach Bock im Innern jedes Läppchens ein kleines, $\frac{1}{16}$ — $\frac{1}{12}'''$ dickes Stämmchen, welches an der Basis, nicht an der Oberfläche, wie die Gallenkanälchen, hervorkommt und sich in die nächsten größern Venenzweige einsenkt, und diese größern Venen, welche sich mit den Zweigen der Pfortader und der Leberarterie durchkreuzen, vereinigen sich nach und nach zu mehreren, in die untere Hohlvene einmündenden Stämme. Das eigentliche Capillarnetz der Leber wird nur von den letzten Verzweigungen der Pfortader und den Anfängen der Lebervene gebildet, indem die Leberarterie für sich ein weitmaschiges Haargefäßnetz bildet, dessen letzte Zweige nicht in die Lebervenenäste, sondern zuerst in die der Pfortader einmünden, auf welche Weise also das Blut der Leberarterie zuerst in die Capillaren der Pfortader kommt, und mit dieser vereint, erst in die Venen.

Die Hauptmasse der Leberläppchen bildet unstreitig ein Zusammenfluß der feinsten, netzartig verschlungenen Gallenkanälchen und mit diesen ein sehr feines Capillargefäß-Netz, welches sowohl von der Pfortader, als von der Leberarterie Blut erhält und sich auch auf den Wandungen der Gallenkanälchen netzartig ausbreitet. Die kleinsten Kanälchen dieser Läppchen gehören also der Leberarterie, die größern den Pfortader-Verzweigungen und die größten

den Gallengängen an, und aus dem übrigen Capillargefäß-Convolut entspringen dann die Lebervenen, nachdem hier die schon vorher im Blute gebildeten Gallenbestandtheile aus diesen Capillargefäßen vermöge einer eigenen Verwandtschaft in die Anfänge der Gallenkanälchen übergegangen.

Gallen-Blase. Die an der untern Fläche der Leber im vordern Theile der rechten Längenfurche liegende Gallenblase ist ein birnförmiger, 3—4″ langer und in der Mitte 10‴ weiter, häutiger Sack, hat einen Grund, fundus, der am weitesten nach vorn und unten liegt, einen Körper, corpus, in der Mitte und einen Hals, collum, welcher in den ductus cysticus übergeht; sie faßt durchschnittlich 9—10 Drachmen und besteht aus einer innern Schleimhaut und einer äußern Zellhaut, während ihr Grund theilweise von Peritonäum überzogen ist. Ihre Schleimhaut ist eine Fortsetzung der Darmschleimhaut und in ihr befinden sich zahlreiche, unregelmäßig sich durchkreuzende Fältchen, und zwischen diesen kleine Grübchen, wodurch sie ein netzartiges Ansehen erhält. Da diese Schleimhaut am Blasenhals in mehreren, fast spiralförmig gewundenen Falten hervorragt, welche einen schraubenähnlichen Gang darstellen, so kann der Aus- wie der Eintritt der Galle nur sehr allmählig erfolgen. Der Zweck der Gallenblase ist die Aufbewahrung der aus der Leber durch den ductus hepaticus und cysticus in sie gebrachten Galle außer der Zeit der Verdauung, welche daselbst durch Aufsaugung einen Theil ihres wässerigen Bestandtheils verliert und dadurch dicker, dunkler und bitterer wird. Während der Verdauung ergießt sich dann sowohl die in der Gallenblase, als auch die auf dem Wege zu ihr befindliche Galle in den ductus choledochus, welcher, nachdem er aus der Vereinigung des ductus hepaticus und cysticus hervorgegangen und hinter die pars superior horizontalis des Duodenum und den Kopf des Pankreas getreten, die Muskelhaut des pars descendens Duodeni durchbohrt und zwischen dieser Muskelhaut und der Schleimhaut noch $1/2$″ herabsteigt, hiedurch die plica longitudinalis Duodeni bildet, und sich am untern Ende derselben mit einem runden, etwas hervorragenden, 1‴ im Durchmesser haltenden Mündung an der hintern Wand der pars descendens Duodeni öffnet.

Galle. Die Galle ist eine grünlich- oder bräunlich-gelbe, dicklichte

Flüssigkeit, schmeckt sehr bitter und hat einen faden, süßlichen Geruch, ist heller und flüssiger, wenn sie direct aus der Leber kommt; nach längerm Verweilen in der Gallenblase aber, wo die wässerigen Theile derselben theilweise resorbirt werden und ihr dafür Schleim beigemischt wird, wird sie dunkler, dicker und bitterer. Ihre nur schwache alkalische Reaction ist durch die geringe Menge von phosphorsauren und kohlensauren Alkalien bedingt.

Bischofs Versuche an Hunden bestätigen die Behauptung Liebigs, daß die Galle kein unmittelbarer Auswurfstoff ist, sondern beinahe vollständig resorbirt wird. Mulder und Frerich haben dieses zwar entschieden widersprochen und behauptet, daß der größte Theil des Leber-Secrets mit den Excrementen abgehe, was aber, außer Bischof, noch die Versuche von Bidder und Schmidt widerlegen.

Die beiden in der Galle enthaltenen stickstoffhaltigen Säuren sind die Cholsäure und die Choleinsäure, von welchen nur die letztere schwefelhaltig ist; beide aber sind an Kali oder Natron gebunden. Nach Strecker ist die Formel der Cholsäure $NC^{52} H^{42} O^{11} + HO$; sie ist in Alkohol leicht löslich und scheidet sich aus dieser Lösung durch Verdunstung harzig ab, kristallisirt aber in Nadeln, wenn die alkoholische Lösung mit Wasser versetzt wird.

Die Choleinsäure, deren Formel nach Strecker: $NC^{52} H^{45} O^{14} S^{2}$ ist, löst sich leicht in Wasser auf und ist nicht so sauer als die Cholsäure.

Wird die Cholsäure mit Alkalien gekocht, so zerfällt sie nach Strecker in stickstofffreie Cholalsäure ($C^{48} H^{39} O^{9} + HO$) und in einen stickstoffhaltigen Körper, den Leimzucker, glycin (nach Mulder $NC^{4} H^{5} O^{4}$), welcher süßlich schmeckt und in Wasser leicht löslich ist; die Choleinsäure dagegen zerfällt beim Kochen mit Alkalien in Cholalsäure und Taurin (nach Redtenmacher $CN^{4} H^{7} O^{6} S^{2}$), welches kristallisirbar und in Wasser leicht löslich ist.

Werden diese Säuren mit Säuren gekocht, so erhält man aus der Cholsäure zwar auch Leimzucker und aus der Choleinsäure Taurin; allein statt der Cholalsäure die harzige Choloidinsäure ($C^{48} H^{39} O^{39}$) und bei längerem Kochen Dyslysin (von δυς, schwer, und λυσις, Lösung) nach Mulder: $C^{50} H^{36} O^{8}$,

nach Strecker: $C^{48} H^{36} O^{6}$, welches weder in Wasser noch in Alkohol, sondern nur in Aether löslich ist.

Nach Berzelius und Mulder ist der Gallenstoff, das Bilin, der Mutterkörper der harzigen Gallensäuren, und das stickstoff- und schwefelhaltige Bilin zersetzt sich nach diesen Forschern schon in der Gallenblase in Cholinsäure und Fellinsäure, welche dann mit dem Bilin Bilocholin- und Bilofellinsäure bilden; allein Strecker hat dargethan, daß dieses Bilin nichts anderes ist, als ein Gemenge von cholsaurem und choleinsaurem Alkali, und die zwei eben genannten Verbindungen, die Bilocholin- und die Bilofellinsäure, nur ein Gemenge von Cholsäure und Choleinsäure, während Berzelius Fellinsäure Choloidinsäure und seine Cholinsäure ein Gemenge von Choloidinsäure und Dyslysin ist.

Nach Berzelius enthält die Galle drei Farbstoffe: einen braunen, den er Cholepyrchin, einen grünen, den er Biliverdin, und einen rothen, den er Bilifulvin nennt. Das Cholepyrchin ist nach Lehmann in der Galle an Natron oder Kalk gebunden, und der Cholepyrchinkalk ist in der Galle durch choleinsaures Natron gelöst. Auch der Farbstoff der Galle wird zersetzt, der grüne wird nach und nach braun und ertheilt dem Kothe seine Farbe; allein diese Farbenveränderung beruht nicht auf einer Reduction des Gallengrüns zu Gallenbraun. Nach Gmelin verursacht das Cholepyrchin jene eigenthümlichen, durch Zusatz von Salpetersäure zu frischer Galle bewirkten Farbenveränderungen.

Das Biliverdin, welches der Galle ihre grüne Farbe gibt, ist seinen Eigenschaften nach dem Chlorophyll ähnlich; das Bilifulvin löst sich in Alkohol auf und kann aus dieser Lösung in gelbrothen Kristallen ausgeschieden werden.

Nach Strecker enthält die Galle nur neutrale Fette, Elain und Margarin; auch das Cholesterin, Gallenfett, ein integrirender Bestandtheil der Galle, welches in weißen Blättchen kristallisirt und in Wasser nicht, aber in heißem Alkohol und Aether löslich ist, wird durch Alkalien nicht verseift; die Lösung dieser drei Fette in der Galle ist nach Strecker durch choleinsaure Salze bedingt.

Nach Nasse stammt das an die Gallensäuren gebundene Alcali nicht nur von dem kohlensauren Alcali des Pfortaderblutes, sondern hauptsächlich von den in demselben enthaltenen Fettseifen,

weswegen, wie Strecker gezeigt, in der Galle nur neutrale Fette und keine Fettseifen vorkommen.

Von den anorganischen Bestandtheilen der Galle herrscht das Kochsalz vor, ferner enthält sie, aber in geringer Menge, phosphorsaure und kohlensaure Alcalien und ebenfalls kleine Mengen von phosphorsauren Erden; nach Strecker und Müller auch schwefelsaure Salze, was Lehmann läugnet. Nach Strecker findet man die Gallensäuren in der Galle nicht bloß an Cali oder Natron, sondern auch an Bittererde und Ammoniak gebunden. Auch Kieselerde und Eisen sind in der Galle enthalten, überhaupt zeigt die Leber für alle ins Blut übergangenen Metalle eine besondere Anziehungskraft; so findet man bei manchen Thieren Kupfer und Mangan in der Leber, Eisen stets, was um so wichtiger ist, als die Leber zur Bildung der farbigen Blutkörperchen beiträgt. Auch der Umstand, daß bei Arsenik-Vergiftungen stets eine größere Menge dieses Giftes in der Leber gefunden wird, weist auf eine eigene Verwandschaft dieses Organs zu Metallen hin.

Nachdem Stickstoffgehalt der beiden Gallensäuren und dem Schwefelgehalt der Choleinsäure müssen nothwendig die Eiweißstoffe des Bluts an der Bildung dieser Säuren Theil nehmen; da aber der Kohlenstoff- und Wasserstoff-Gehalt dieser beiden Säuren groß ist, so schließt Moleschott mit Recht, daß außer den Eiweißkörpern zur Bildung derselben noch kohlenstoff- und wasserstoffreiche Verbindungen mitwirken müssen, und dieses sind die Fette; sie sind im Vergleich zum Sauerstoff reich an Kohlenstoff und Wasserstoff, daher sich also zur Bildung der Gallensäuren die Eiweißkörper mit den Fetten verbinden müssen, wobei der Schwefel der Choleinsäure theils von zersetzten Eiweißkörpern, theils von schwefelsauren Blutsalzen herstammen mag. Die Annahme, daß zur Bildung der Gallensäuren Eiweißstoffe und Fette zusammenwirken, geht schon aus dem Vergleich des der Leber zuströmenden Pfortaderblutes mit dem von der Leber wegströmenden Lebervenenblute hervor. Nach Lehmann enthält, wie wir weiter unten sehen werden, das Pfortaderblut mehr Eiweiß und namentlich mehr Faserstoff (das Lebervenenblut enthält oft gar keinen), sowie nach Schmidt mehr Oelsäure als das Blut der Lebervene, so daß also viel Eiweiß und Oelsäure und beinahe das ganze Faserstoff-Quantum des Pfortaderblutes zur Bildung der Galle verwendet wird.

Da nach Lehmann das Pfortaderblut an schwefelsauren Salzen nicht reicher ist, als das Blut der Lebervene, der Faserstoff aber überhaupt nur wenig Schwefel enthält, so schließt Moleschott, daß, weil diesem nach der zur Bildung der Choleinsäure nöthige Schwefel allein von den Eiweißkörpern genommen werden muß, eine große Menge Faserstoff seinen Schwefel abzutreten genöthigt ist, wodurch eine Menge Stickstoff und Sauerstoff umgesetzt wird, den man in den an Stickstoff und Sauerstoff verhältnißmäßig armen Gallensäuren nicht wieder findet. Nun wissen wir aber, daß die Blutkörper, wenigstens theilweise, in der Leber gebildet werden, und daß nach Lehmann die Hüllen der Blutkörper der Lebervene keinen Schwefel enthalten, woraus Moleschott folgert, daß ein Theil des Eiweiß- und Faserstoffs zur Bildung dieser Hüllen verwendet werde, während er seinen Schwefel zur Bildung der Choleinsäure abgibt, und wenn die Vermuthung Nasse's, daß zur Bildung des phosphorhaltigen Fettes das Eiweiß seinen Phosphor liefert, richtig ist, so kann man hier die Quelle, wenigstens eines Theiles des im Blute, Hirn und Leber enthaltenen phosphorhaltigen Fettes annehmen, obwohl die Uebereinstimmung des phosphorhaltigen Fettes der Leber mit dem des Gehirns noch nicht constatirt ist.

Das im Blut enthaltene Cholesterin geht unverändert in die Leberzellen über, während, wie wir oben gesehen, die neutralen Fette der Galle sich aus den Fettseifen des Blutes bilden.

Daß das Gallenbraun sich aus dem Blutfarbestoff bilde, scheint aus den von Virchow beobachteten Uebergangsstufen zwischen Hämatoidin und dem Gallenfarbstoffe hervorzugehen.

Nach Simon und Schmidt ist das Pfortaderblut sehr reich an Wasser, während dieselben Beobachter beim Lebervenenblut das Gegentheil beobachteten, woraus sich der große Wassergehalt der Galle erklärt, um so mehr, als selbst bei reichlichem Wassertrinken der Wassergehalt des Lebervenenbluts kaum vermehrt wird; ebenso ist nach Schulz und Simon der Satzgehalt des Pfortaderbluts viel größer, als der des Lebervenenbluts.

Bekanntlich besteht unter den Physiologen schon lange ein Streit darüber, ob die Galle aus venösem Blute, oder aus arteriellem, oder aus beiden zugleich abgesondert werde. Die Meisten nehmen an, daß nur das venöse, das Pfortaderblut, Theil an ihrer Bildung nehme. Dieser Streit ist nun dadurch geschlichtet,

daß man das Vorhandensein der Hauptbestandtheile der Galle im Blute nachwies; so fand Enderlin nicht nur im Blute einer Schwangern Cholsäure und Choloidinsäure, sondern wies sie auch im Blute eines gesunden Ochsen nach, und Moleschott fand im Blute eines an einer Leberentzündung kranken jungen Mannes, wobei die Entleerung der Galle ins Duodenum nicht gehindert war, Choleinsäure, Choloidinsäure und Gallenbraun, woraus die Entwicklung der Hauptbestandtheile der Galle im Blute entschieden hervorgeht, wie überhaupt die wesentlichen Bestandtheile aller Secreta schon im Blute gebildet werden, und die Drüsenelemente, wie Moleschott so richtig bemerkt, jene im Blute fertig gebildeten Stoffe, Kraft einer eigenen Verwandschaft, wie sie die Knorpel zum Kochsalz und die Muskeln zum Chlorcalium zeigen, nur anziehen. Dadurch werden auch jene Fälle erklärlich, wo die Pfortader statt in der Leber, in der untern Hohlvene einmündete, sowie die Versuche Philipps, welcher bei Unterbindung der Pfortader die Gallenabsonderung, wenn auch schwächer, aber dennoch fortdauern sah. Die im Blute fertig gebildeten Hauptbestandtheile der Galle wurden im ersten Falle der Leber, welche durch eine ihr angehörige Verwandtschaft unter allen Organen vorzugsweise im Stande ist, dieselben anzuziehen, zwar nicht direct durch die Pfortader, aber auf einem Umwege durch die Leberarterie doch zugeführt. Wenn wir annehmen, und dieses müssen wir nach dem unten näher bezeichneten Unterschiede zwischen dem Blute der Pfortader und dem der Lebervenen, daß die Galle vorzugsweise aus dem Pfortaderblute gebildet wird, so mußte natürlich Philipp bei der Unterbindung der Pfortader eine Verminderung der Gallensecretion beobachten; allein ganz konnte sie deswegen nicht ausbleiben, weil die in dem aus den Verdauungsorganen nach der Pfortader zuströmenden Blute, wenigstens theilweise, schon gebildeten Gallenbestandtheile, statt daß sie der Leber sonst directe durch die Pfortadern zugeführt werden, in diesem Falle aus dem übrigen Kreislauf, und zwar wieder durch die Leberarterie zu den Anfängen der Gallenkanälchen gebracht wurden.*)

*) Daß dieses leicht möglich ist, geht, wie wir weiter oben bei der anatomischen Beschreibung der Leber gesehen, aus dem Umstande hervor, daß die Capillargefäße der Leberarterie mit denen der Pfortader auf den Wandungen der Anfänge der Gallenkanälchen ein gemeinschaftliches Capillargefäßnetz bilden.

Wenn wir auch annehmen müssen, daß die Gallenbestandtheile vorzugsweise, ja beinahe ausschließlich im Pfortaderblut gebildet und durch die Verzweigungen der Pfortader in die Anfänge der Gallenkanälchen der Leberläppchen abgesetzt werden, so ist ihr Vorkommen im übrigen Blute, selbst wenn wir in diesem die Bildung derselben nicht annehmen, durch den Umstand leicht erkärlich, daß sowohl das Blut der Pfortader als das der Leberarterie durch die Lebervenen zurückgeführt wird, und mit diesem natürlich auch diejenigen Gallenbestandtheile, die, obwohl schon gebildet, doch nicht sogleich directe in die Gallengänge abgesetzt werden, sondern der Leber wieder, aber auf einem Umwege durch die Leberarterie, die ja an den Wandungen der Anfänge der Gallenkanälchen mit der Pfortader Capillargefäß=Netze bildet, zugeführt werden, auf welche Weise sowohl die Pfortader, als die Leberarterie den Anfängen der Gallengänge Gallenbestandtheile zuführt.

Daß die Eiweißstoffe zur Entwickelung der Galle mehr beitragen, als die Fette, geht aus den Beobachtungen von Lehmann und Schmidt hervor, nach welchen stickstoffreiche Nahrung die Galle der Thiere nicht nur vermehrt, sondern auch verdichtet, und Thiere, welche viel Fett bekommen, weniger Galle entwickeln, als solche, welche nur mit magerem Fleische gefüttert werden, Resultate, welche dadurch erkärlich sind, daß die Hauptbestandtheile der Galle doch aus Eiweißkörpern gebildet werden, obwohl die Mitwirkung von Fett bis zu einem gewissen Grade nöthig ist, da ja der Kohlenstoff= und Wasserstoffgehalt der beiden Gallensäuren ein so großer ist und die Ausathmung der Kohlensäure und die Fett= und Gallenbildung in einem umgekehrten Verhältnisse zu einander stehen.

Jede Mahlzeit hat Vermehrung der Galle zur Folge; sie beginnt nach Schmidt etwa zwei Stunden nach genossener Nahrung und erreicht nach 8—10 Stunden ihren Höhepunkt.

Moleschott, welcher bei Fröschen, die den ganzen Winter über gehungert hatten, die Gallenblase voll von dichter, grüner Galle fand, schließt hieraus, daß unter allen Absonderungen die Gallensecretion während des Hungerns am kräftigsten fortdauert. Dieser Schluß ist aber in soferne ein ganz unrichtiger, als sich bei hungernden Thieren, die nebenbei noch keine Bewegung haben, der Darmkanal so zusammenzieht, daß sich aus der Gallenblase,

die also auch keine Bewegung empfängt, unmöglich Galle ergießen kann, aus welchem Grunde man bei allen Verhungerten die Gallenblase angefüllt findet.

Dem Umstande, daß die chemischen Untersuchungen des Pfortaderblutes früher sehr unvollkommen waren und man die Beschaffenheit des von der Leber abfließenden Blutes gar nicht kannte, war es zuzuschreiben, daß man die Bereitung der Galle für die Hauptfunctionen der Leber ansah. Erst Lehmann machte es sich zur Aufgabe, die Veränderungen des Bluts während seines Laufes durch die Leber zu erforschen, indem er die Analysen des der Leber zugeführten Blutes mit dem von ihr abfließenden verglich. Das nächste Ergebniß dieser Untersuchungen war, daß das Blut in der Leber gewisse Bestandtheile theils unverändert, theils verändert in das Parenchym der Leberzellen absetze, aus welchen dann die Galle bereitet wird, deren Hauptbestandtheile, wie wir gesehen, schon im Blute gebildet werden, deren Zusammensetzung und Ausbildung aber in der Leber vor sich geht. Daß neben der Galle in der Leber auch noch Zucker gebildet wird, ist erwiesen, doch scheint die Bildung neuer Blutkörperchen immerhin die wichtigste Function der Leber zu sein.

Wie wir wissen, hat die Leber einen doppelten Blutzufluß, nämlich durch die Leberarterie und durch die Pfortader, wovon der Erstere bei der Function der Leber um so weniger in Betracht kommt, als das Leberarterienblut vorzugsweise zur Ernährung der Lebersubstanz und der Blutgefäße dient, während das Pfortaderblut schon durch seine Quellen an Bedeutung gewinnt, da, wie wir später sehen werden, die Darmvenen gewisse Elemente aus dem Chylus resorbiren und aus der Milz der Pfortader ohnehin ein bedeutend verändertes Blut zugeführt wird, so daß das Pfortaderblut vermöge seiner eigenthümlichen Constitution zu Metamorphosen als besonders geeignet erscheint. Namentlich sind es zwei Punkte, auf die besonders Funke aufmerksam macht, welche auf diese Umwandlungen einen entschiedenen Einfluß ausüben müssen, nämlich die Circulationsverhältnisse in der Leber und der Blutdruck. Was das Erstere betrifft, so sind diese in der That von denen in andern Haargefäßprovinzen sehr verschieden, da in keinem andern Organ des Körpers ein so enorm erweitertes Flußbett entsteht, wie hier; wenn wir nämlich den gewiß großen Durch-

messer der Leber mit dem Querschnitt der Pfortader vergleichen, und bedenken, daß von diesem großen Leberdurchmesser mehr als die Hälfte auf die Gefäße kommt, so müssen wir nur staunen über die merkwürdigen Verästlungen der Pfortader; durch diese enorme Erweiterung des Flußbettes muß also nothwendigerweise die Schnelligkeit der Blutströmung in der Leber auf ein Minimum heruntergebracht werden.

Der zweite Punkt, welcher auf die Metamorphosen des Pfortaderbluts nicht ohne Einflüsse sein kann, ist der, daß das Blut in den Capillaren der Leber, weil es bereits durch andere Haargefäße hindurchgetreten ist, mit einem viel geringeren Druck ankommt.

Was nun zunächst den unter dem Mikroskop betrachteten Unterschied zwischen Pfortaderblut und Lebervenenblut betrifft, so besteht dieser nach Lehmann und Funke hauptsächlich in Folgendem: Die rothen Blutkörperchen des Pfortaderblutes unterscheiden sich im Ganzen wenig von denen des gewöhnlichen Venenbluts, auch nicht in Beziehung auf die Form, indem sie sich, wie die des übrigen Venenbluts, geldrollenförmig aneinander reihen; dagegen zeigen die rothen Körperchen des Lebervenenblutes, denen der Pfortader und anderer Gefäße gegenüber, schon eine bedeutende Abweichung, und zwar sowohl durch ihre Form, da sie nicht nur kleiner sind und mehr sphärisch mit viel geringerer centraler Depression, und dieser veränderten Form zufolge sich nie geldrollenartig aneinanderreihen, sondern stets in unregelmäßigen Haufen zerstreut sich zeigen, als auch namentlich durch ihr Verhalten gegen Wasser. Während nämlich die rothen Blutkörperchen des Pfortaderbluts schnell und leicht zerstört werden, zeigen die des Lebervenenbluts wirklich eine große Resistenz gegen das Wasser, indem sie nicht so stark darin aufquillen und ein Theil derselben selbst nach bedeutendem Wasserzusatz noch sichtbar bleibt.

Ein weiterer wichtiger Unterschied zwischen beiden Blutarten besteht in dem Verhalten der farblosen Blutkörper; während nämlich das Pfortaderblut an denselben nicht reicher ist, als andere Blutarten, enthält das Lebervenenblut nach Lehmann eine wenigstens fünffach größere Menge derselben. Die farblosen Zellen des Pfortaderblutes sind ferner alle von gleicher Größe und nicht viel größer, als die farbigen, während einige von denen des Lebervenenbluts zwei- bis dreimal größer sind.

Die wichtigste Verschiedenheit in physikalischer Beziehung zwischen beiden Blutarten ist übrigens die, daß nach Lehmann das Pfortaderblut auf eine ganz normale Weise gerinnt, während dieses beim Lebervenenblut durchaus nicht der Fall ist, da man darin keine Spur eines Fibringerinsels findet.

Das chemische Verhalten dieser beiden Blutarten hat Lehmann ebenfalls untersucht und gefunden, daß das Pfortaderblut viel ärmer an Blutkörperchen ist, als das Lebervenenblut. Weil ferner das Material zur Gallenbildung hauptsächlich durch das Serum geliefert wird, so muß das Lebervenenblut weniger serumreich sein, als das Pfortaderblut; das Lebervenenblut enthält gar kein Fibrin, indem das im Pfortaderblut enthaltene in der Leber vollkommen verschwindet, wie auch in der Leber Albumin, Fett und Salze verschwinden, namentlich aber Wasser, an welchen Bestandtheilen also das Lebervenenblut viel ärmer ist, als das der Pfortader. Dagegen ist das Lebervenenblut reicher an sogenannten Extractivstoffen und namentlich an Zucker, wovon das Pfortaderblut nichts enthält.

Bezüglich der Blutkörper fand Lehmann, daß die des Lebervenenbluts an festen Bestandtheilen constant reicher waren, als die des Pfortaderbluts, namentlich an eiweißartiger Materie, Salzen und Extractivstoffen; dagegen waren sie ärmer an Fett und Eisen.

Aus dem eben Gesagten sehen wir nun, daß diese beiden Blutarten in jeder Beziehung sehr von einander abweichen, und daß diese Verschiedenheit aus der in der Leber vor sich gehenden Bildung von Galle, Blutkörperchen und Zucker hervorgehen muß. Wie wir gesehen, werden zur Gallebildung hauptsächlich Eiweißstoffe, Salze, Fett und Wasser verwendet, an welchen Bestandtheilen auch wirklich das Venenblut ärmer ist; da ferner in der Leber Zucker gebildet wird, so kann dieser nur aus stickstofflosen Stoffen hervorgehen, und nicht, wie in der neuesten Zeit Einige behaupteten, aus Eiweißstoffen, weil man selbst bei wochenlanger ausschließlicher Fleischkost doch Zucker in der Leber fand. Die Abnahme von Eisen in den Blutkörperchen des Lebervenenbluts mag zum Theil wenigstens in der Bildung von Gallenfarbstoff aus Hämatin, hauptsächlich aber in der großen Verwandtschaft der Leber zu Metallen überhaupt seinen Grund haben.

Da nach Lehmann die rothen Blutzellen des Lebervenen=

bluts ganz anders construirt sind, als die des Pfortaderbluts, und die Bildung von Gallenfarbstoff aus Hämatin schon auf einen partiellen Untergang von Zellen in der Leber hinweist, und nach Simon und Schmidt die Blutkörperchen des Pfortaderblutes ohnehin eine alternde Beschaffenheit zeigen, so läßt sich ein, wenigstens theilweiser, Untergang von Blutzellen in der Leber mit großer Wahrscheinlichkeit vermuthen.

Daß sich in der Leber Blutkörperchen bilden, ist erwiesen, nur ist es noch eine Frage, sind diese Blutkörperchen wirklich als neugebildete, oder blos als verjüngte und aus der Umwandlung der alternden Blutzellen des Pfortaderbluts hervorgehend zu betrachten? Mit Recht macht Funke darauf aufmerksam, daß aus ihrer Zahl diese Frage sich nicht entscheiden lasse, weil eine absolute Vermehrung nicht erwiesen ist; dagegen führt er zu Gunsten der Neubildung namentlich das massenhafte Auftreten farbloser Blutzellen an, welche ohne allen Zweifel in der Leber neugebildet wurden, und welche man doch als embryonale Blutzellen betrachten muß, die bestimmt sind, in farbige Blutkörper umgewandelt zu werden, wie überhaupt die directe Neubildung farbiger Blutzellen in der Leber auch aus einer sehr interessanten Beobachtung von E. H. Weber an Fröschen hervorgebracht. Weber fand nämlich, daß im Frühjahr, nach beendigter Winterruhe, die Lebern der Frösche sich plötzlich gelb färben und gleichzeitig beträchtlich anschwellen, Erscheinungen, welche durch eine ganz gleiche Anfüllung ihres secernirenden Parenchyms mit gelben Kügelchen und Tröpfchen bedingt werden. Diese Tröpfchen werden in der Leber zu Galle verwandelt und sind nach Funke jedenfalls Reste der innerhalb der Capillaren vor sich gehenden Blutkörperchenneubildung. Eine ebenso interessante Beobachtung machte in dieser Beziehung Weber auch an Hühnerembryonen. Am 16ten—19ten Tag der Brütung wird nämlich beim Hühnchen der ganze Dottersack mit dem Reste des embryonalen Bildungsmaterials in die Bauchhöhle aufgenommen, und die ganze Quantität des darin enthaltenen Dotters wird von den Blutgefäßen resorbirt und in die Leber geführt, worauf diese nicht nur intensiv gelb wird, sondern auch beträchtlich anschwillt, weil das secernirende Leberparenchym mit zahllosen gelben Tröpfchen von verschiedener Größe vollständig angefüllt ist. Nach dem Auskriechen des Hühnchens erhält die Leber

erst ihre rothbraune Farbe wieder, weil die Fettinjection der Leberzellen allmählig abnimmt. Da diese gelben Tröpfchen nicht in der um diese Zeit gebildeten Galle erscheinen, so werden sie offenbar auf ihrem Wege durch die Leberzellen weiter metamorphosirt. Zu der Zeit nun, da diese Dotterresorption vor sich geht, wird natürlich im Darme noch nichts verdaut, also kann diese Dotterresorption unmöglich zum Zweck der Gallenbildung vor sich gegangen sein, um so weniger, als gerade nach den Untersuchungen von Weber und Köllicker um diese Zeit der Blutzellenbildungsprozeßes in der Leber ein sehr lebhafter ist. Durch die Resorption dieses Dotters erhält nun die Leber einen großen Ueberschuß an Material zu dieser Blutzellenbildung, wovon ein Theil davon in die Leberzellen abgesondert und hier zu Galle verwandelt wird. Diesen Beobachtungen zufolge ist jedenfalls die Neubildung von Blutzellen in der Leber gewiß, ja diese erscheint sogar als die Hauptfunction der Leber, während die Bildung von Galle mehr als Nebenfunction auftritt.

Mit Recht macht noch Funke darauf aufmerksam, daß es ein unerklärliches Räthsel sei, daß so geringe Quantitäten farbloser Blutzellen im Pfortaderblut vorkommen, da doch, wie wir später sehen werden, das Milzvenenblut einen so großen Ueberschuß an farblosen Zellen enthält, und man kaum glauben kann, daß diese Zellen auf dem kurzen Wege von der Milz zur Pfortader schon weiter umgewandelt worden wären.

Nachdem wir nun das Organ der Verdauung, den Darmkanal, von seinem Anfange bis zu seinem Ende, sowie die in ihn sich ergießenden, zur Verdauung der Speisen unerläßlichen Verdauungsflüssigkeiten und die dieselben secernirenden Organe näher betrachtet, gehen wir zur Ernährung selbst über und beginnen mit dem ersten Act derselben, nämlich der Verdauung.

Ernährung im eigentlichen Sinne ist die Entwickelung der festen Gewebe, der Haut, Knochen, Bänder, Muskeln, sowie der Formbestandtheile der verschiedenen Organe des Körpers. Da alle Gewebe und Organe, überhaupt alle festen Bestandtheile des Körpers zunächst aus dem Blute hervorgehen, so ist die Blutbildung die erste Entwickelung der Nahrung. Wie wir schon gesehen, sind die wichtigsten Bestandtheile des Blutes Eiweißkörper, Zucker, Fett und Salze, die stärkemehlhaltigen Nahrungsstoffe werden durch die

Verdauung in Zucker, der Zucker in Fett überführt, daher sind diese beiden Stoffe Fettbildner, so daß also die Nahrungsstoffe in Eiweißkörper, Fettbildner, Fette und Salze zerfallen, und nur jenes Nahrungsmittel kann ein vollkommenes genannt werden, welches alle diese Stoffe enthält. Allein die vollkommenste Entwickelung der Nahrung, die Blutbildung, ist ohne Sauerstoff undenkbar, indem sich zum Zweck der Verdauung der Sauerstoff mit den vom Darmkanal aufgenommenen Nahrungsstoffen verbinden muß, weswegen Moleschott nicht mit Unrecht den Sauerstoff gleichsam auch den Nahrungsmitteln beizählt; denn nur durch Einwirkung von Sauerstoff wird die Verdauung, sowie die Anbildung ermöglicht, indem er die Blutbestandtheile in Gewebebildner verwandelt, sowie auch durch seine Einwirkung die Rückbildung bedingt wird.

Die durch stete Rückbildung im thierischen Organismus bedingte Verarmung der Gewebe und damit auch des Bluts wird durch die Nahrung, aber nur unter Beihilfe des Sauerstoffs ausgeglichen, in soferne ohne ihn weder die Nahrung zu Blut, noch das Blut zu Gewebe werden kann, so daß der Sauerstoff bei der Anbildung eine eben so wichtige Rolle spielt, wie bei der Rückbildung, aus welchem Grunde er also nicht als ein rein verzehrender Stoff angesehen werden kann, indem er als solcher nur bei gänzlichem Mangel an Nahrung auftritt, da er in diesem Falle die Rückbildung allein bedingt, zur Anbildung aber wegen Mangel an Stoff nichts beizutragen im Stande ist, so daß ein Mensch bei gänzlichem Mangel an Nahrung kaum 14 Tage leben kann und im Augenblicke des Hungertodes $\frac{4}{10}$ seines ursprünglichen Gewichts verloren hat.

Höchst wichtig für die Ernährung des Menschen, sowie des Thieres überhaupt, ist die im Jahre 1838 erfolgte Entdeckung Mulders, wodurch er die Eiweißkörper in der Pflanzennahrung nachwies, und also zeigte, daß die Herbivoren ähnliche Nahrung genießen wie die Carnivoren, nämlich beide Eiweißstoffe, welche, wenn auch nicht ganz gleich, doch einander sehr ähnlich sind und durch Verdauung in einander überführt werden können. Liebig sagt zwar, daß die drei Pflanzen-Eiweißstoffe Schwefel und Stickstoff und die übrigen Elemente in gleichen Verhältnissen enthalten, und also in ihrer Zusammenziehung identisch seien mit dem Albumin

des Bluts und auch die nämlichen Eigenschaften besitzen, so daß die Pflanzen die Hauptbestandtheile des Bluts allen seinen Elementen nach fertig gebildet enthalten, und die Nahrhaftigkeit der Vegetabilien nur von ihrem Gehalt an diesen Stoffen abhänge. Dies scheint übrigens nicht so ganz der Fall zu sein, indem schon die Versuche von Jones und Scherer beweisen, daß das lösliche Pflanzenalbumin weniger Schwefel als das Thieralbumin, sowie auch das unlösliche Pflanzen-Eiweiß und der Pflanzenleim weniger Sauerstoff enthalten, als das Fleischfibrin. Der Erbsenstoff, legumin, den man dem Casein der Milch an die Seite stellte, ist nach Norton der phosphorreichste aller Eiweißkörper, während das Thiercasein gar kein Phosphor enthält; ebenso hat Stenhouse gezeigt, daß auch die Zersetzungs-Produkte thierischer und vegetabilischer Eiweißkörper nicht vollkommen mit einander übereinstimmen.

Die eiweißartigen Verbindungen des Pflanzenreichs sind das lösliche und unlösliche Pflanzen-Eiweiß, das Legumin und der Pflanzenleim; sie enthalten alle Schwefel, der Pflanzenleim hat am meisten Schwefel und keinen Phosphor, das Legumin am meisten Phosphor; von diesen sind in Wasser löslich das lösliche Pflanzen-Eiweiß und das Legumin, unlöslich das unlösliche Pflanzen-Eiweiß und der Pflanzenleim, welche, beide mit einander verbunden, unter dem Namen Kleber, gluten, besonders in den Getreidefrüchten vorkommen.

Die vegetabilischen Eiweißstoffe müssen also in thierische umgewandelt werden, da sie trotz der großen Aehnlichkeit doch nicht ganz mit einander übereinstimmen; so muß also das lösliche Pflanzenalbumin, da es weniger Schwefel enthält als das des Bluts, Schwefel aufnehmen, um in Blutalbumin verwandelt zu werden, wie der Käsestoff des Bluts Phosphor aufnehmen muß, um in Eiweiß überführt zu werden. Durch Aufnahme von Sauerstoff geht das Albumin in Fibrin und das Fibrin in Mulder's Oxyde über; ebenso geht das lösliche Pflanzen-Eiweiß durch Aufnahme von Sauerstoff in Faserstoff, sowie das Legumin in thierisches Eiweiß und Casein über; weil nämlich das Legumin mehr Phospor enthält als diese beiden Stoffe, so muß der aufgenommene Sauerstoff zur Bildung des Erstern einen Theil, zur Bildung des Letztern allen Phosphor zu Phosphorsäure verbrennen.

Mulder hat also dargethan, daß die Eiweißkörper überhaupt von den Pflanzen herstammen; da aber dieselben den Pflanzen als solche nicht zugeführt werden können und es erwiesen ist, daß die Menge der Eiweißstoffe im Getreide und den Hülsenfrüchten (den eiweißreichsten Pflanzenarten) durch ammoniakreichen Dünger bedeutend vermehrt und umgekehrt durch Mangel an solchem Dünger ebenso vermindert wird, so unterliegt es keinem Zweifel mehr, daß außer der Kohlensäure uud dem Ammoniak der Luft hauptsächlich die humussauren Ammoniaksalze der Erde in Eiweißstoffe der Pflanzen umgewandelt werden, und daß wir in der Umwandlung dieser und der Kohlensäure und des Ammoniaks der Luft die Quelle aller Eiweißstoffe zu suchen haben. Da nun aber weder das Thier, noch der Mensch im Stande ist, aus den Bestandtheilen der Luft und der Erde Eiweißstoffe zu bereiten, dieses aber von den Pflanzen aus Dammsäure und kohlensaurem Ammoniak, überhaupt aus den Bestandtheilen der Luft und der Erde geschieht, so ist also die erste Bildungsstätte der Eiweißkörper in den Pflanzen zu suchen, und diese sind es, welche die Nahrung der Thiere bereiten; deswegen sagt Liebig ganz richtig: die Pflanze fügt niedere Verbindungen zu höhern zusammen, während im thierischen Organismus die höhern wieder zu niedern zerfallen.

Obgleich nun der Mensch in der vegetabilischen Nahrung alle zu einem vollkommenen Nahrungsmittel erforderlichen Stoffe, nämlich Eiweißkörper, Fettbildner, Fette und Salze erhält, also ausschließlich von Pflanzennahrung zu leben im Stande ist, so ist zwischen Fleisch- und Pflanzennahrung doch ein großer Unterschied. Das Brod z. B. enthält hauptsächlich zwei eiweißartige Körper, nämlich unlösliches Pflanzen-Eiweiß (Liebigs Pflanzenfibrin) und Pflanzenleim, welche in den Verdauungssäften nicht nur schwerer löslich sind, als das Fleischfibrin, sondern auch weniger Sauerstoff enthalten. Im Fleische ist ferner schon gebildetes Fett, während im Brode nur Fettbildner vorhanden sind, welche erst in Fett umgewandelt werden müssen, wie auch die Eiweißkörper des Brodes erst in Eiweißstoffe des Bluts überführt werden müssen, daher bietet die Fleischnahrung einen viel raschern Ersatz als die Pflanzennahrung.

Außer den Getreidekörnern und den Hülsenfrüchten sind die übrigen vegetabilischen Nahrungsmittel, wie z. B. Obst und Ge-

müse, im Vergleich zum Fleisch arm an Eiweißstoffen, indem ein gleiches Gewichtstheil Fleisch ungefähr 40mal so viel Eiweißstoffe enthält, als dasselbe Gewichtstheil Gemüse; ebenso ist auch der Gehalt an Fettbildnern bei den Letztern, ihres bedeutenden Wassergehalts wegen, viel geringer als der Fettgehalt des Fleisches, so wie endlich zwischen Fleisch und Vegetabilien ein großer Unterschied obwaltet hinsichtlich des Gehalts an Salzen; das Fleisch nämlich enthält vorzugsweise phosphorsaure Salze, während in den Vegetabilien organische Säuren, wie Aepfelsäure, Citronensäure und dgl. die Salze bilden; diese aus Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff bestehenden organischen Säuren nehmen im Blute Sauerstoff auf und zerfallen in Kohlensäure und Wasser, wodurch die organisch-sauren Salze in kohlensaure umgewandelt werden, daher auch Verdeil bei Fleischkost phosphorsaure, bei Pflanzenkost kohlensaure Salze im Blute vorherrschend fand, sowie nach Lehmann und Nasse bei Fleischkost die Eiweißstoffe und der Fettgehalt des Blutes zu-, bei Pflanzenkost abnimmt.

Verdauung der Eiweißkörper. Was die Veränderung der Eiweißkörper bei der Verdauung im Magen betrifft, so gerinnt nach Beaumont und Mulder zuerst das lösliche Eiweiß und das Legumin, worauf diese geronnenen Eiweißverbindungen, wie alle Beobachter fanden, hauptsächlich durch den Magensaft gelöst werden, wobei, wie wir früher gesehen, die Säure des Magensaftes die Wirkung des organischen Verdauungsstoffes bedeutend unterstützt, was schon daraus hervorgeht, daß das Pepsin nur in Verbindung mit einer freien Säure eine verdauende Kraft hat und diese durch Sättigung des Magensaftes mittelst Alkalien aufgehoben wird. Diese Einwirkung der Säure beruht darauf, daß die Alkalien und besonders der phoshorsaure Kalk der Eiweißkörper durch Säuren gelöst wird, worauf dann, wenn diese durch das Alkali gesättigte Säure wieder ersetzt wird, der Magensaft um so kräftiger wirkt, als die ihrer Salze beraubten Eiweißkörper um so leichter aufgelöst werden; nur darf nach Lehmann die Menge der Säure nicht zu groß sein, sonst tritt das Gegentheil ein und die Verdauung wird gehemmt. Verdauung der Eiweißkörper.

Nach Lehmann ist besonders die Milchsäure und die Salzsäure bei der Verdauung thätig, wovon, wie wir beim Magensaft gesehen, die Erstere von stärkemehl- und zuckerhaltiger Nahrung,

die Letztere von den im Magensaft enthaltenen und durch die Nahrung eingeführten Chlorverbindungen, und zwar besonders vom Chlorkalcium und Chlormagnesium, herstammt. Nach der Ansicht von Schmidt ist, wie wir gesehen, die Salzsäure mit dem Pepsin verbunden, welche Verbindung er Chlorpepsin-Wasserstoffsäure nennt, welche mit Eiweiß Salze bildet, und dieses sind dann die löslichen Peptone, die bei der Verdauung der Eiweißkörper entstehen, und deren Menge nach Schmidt durch die Quantität der Chlorpepsin-Wasserstoffsäure bedingt ist, die aber vermehrt wird, wenn man in richtiger Menge Salzsäure zusetzt, wodurch die entstandenen Peptone zerlegt werden, so daß sich lösliches salzsaures Eiweiß bildet und eine gewisse Menge von Chlorpepsin-Wasserstoffsäure frei wird, welche dann zersetzt wird, wenn die Flüssigkeit mit gelösten Eiweißverbindungen gesättigt ist.

Diese Veränderung der Eiweißkörper findet auch nach Lehmann nur bei vereinter Einwirkung des organischen Stoffs des Magensafts und der Säure, nie aber durch letztere allein statt; auch er nennt die gelösten Eiweißkörper Peptone, wobei aber, wie Mulder und Lehmann gezeigt, nur eine Veränderung der Eigenschaften der Eiweißkörper, nicht aber eine solche in den quantitativen Verhältnissen ihrer Elemente eintritt, da sie alle Schwefel, Stickstoff, Kohlenstoff und Wasserstoff in derselben Menge und in denselben Verhältnissen enthalten, wie vorher.

Die Aenderung dieser metamorphosirten Eiweißkörper, welche Lehmann genau untersuchte, besteht darin, daß sie durch Hitze und Mineralsäuren nicht coagulirt werden und mit Metallsalzen unlösliche Verbindungen eingehen.

Durch den Magensaft werden übrigens alle Eiweißkörper und leimgebenden Stoffe in lösliche Modificationen umgewandelt, gleichviel, ob die Eiweißkörper in löslichem oder geronnenem Zustande mit dem Magensaft in Berührung kommen, und die frühere Ansicht, daß die geronnenen Proteinstoffe durch den Magensaft zuerst in ihren löslichen Urzustand zurückgeführt werden, ist eine falsche; vielmehr werden einzelne, im löslichen Zustande sich befindliche Proteinstoffe, wie z. B. das Casein, zuerst coagulirt durch den Magensaft, dann wieder aufgelöst und umgewandelt. Diese Gerinnung des löslichen Caseins im Magen rührt offenbar von der freien Säure her, während die darauf folgende Lösung und Um-

wandlung des geronnenen Stoffs durch die mit dem Pepsin vereinigte Säure (Chlorpepsin = Wasserstoffsäure?) vollbracht wird. Aehnliches beobachtet man auch beim Eiweiß; bringt man nämlich nach Lehmann Hühnereiweiß mit Magensaft zusammen, so entsteht im Anfange, in Folge der Sättigung des Alkalis durch die freie Säure, ebenfalls ein Niederschlag von Eiweiß; ist die Menge des Eiweiß so groß, daß die Magensäure ganz gesättigt wird, so bleibt das Eiweiß unverändert; erst bei erneuertem Zusatz von Säure, also bei einem Ueberschuß von Säure, wird dasselbe gelöst und in Eiweißpeptone verwandelt.

Wenn nun auch, allen Beobachtungen zufolge, der Magensaft das eigentliche Lösungsmittel der Eiweißstoffe ist, so haben doch Wright und Helm gefunden, daß geronnene Eiweißkörper vom Magen um so leichter verdaut werden, wenn vorher Speichel darauf eingewirkt hat, obgleich die Versuche von Schmidt und Frerich die lösende Kraft des Speichels auf geronnene Eiweißstoffe nicht bestätigen.*) Lehmann und Frerich selbst aber fanden, daß ein Zusatz von Kochsalz die Verdauung der Eiweißkörper im Magen befördere, was dadurch erklärlich ist, daß durch Kochsalz die Secretion des Magensaftes bedeutend vermehrt wird.

Da die Fette die Entstehung der Milchsäure im Magensaft befördern, so ist es hiedurch erklärlich, warum Lehmann durch Fette eine Beförderung der Verdauung der Eiweißkörper durch den Magensaft erfolgen sah.

Nach den Versuchen von Bidder, Schmidt und Lehmann wirkt auch der Darmsaft mittelst seines Alkalis lösend auf die Eiweißkörper.

Die früher von Börhave ausgesprochene und später von Andern bestätigte Ansicht, daß die Galle die durch den Magensaft gelösten Eiweißkörper wieder niederschlage, haben Tiedemann, Gmelin und Frerich dadurch widerlegt, daß sie bewiesen, daß nur Schleim und Epithelium niedergeschlagen werden, und nach Frerich nehmen die eiweißartigen Verbindungen durch Einfluß

---

*) Da, wie schon früher bemerkt wurde, speichelfreies Eiweiß die Eiweißkörper aus dem Grunde besser verdaut, weil das Alkali des Speichels einen Theil der freien Säure des Magensafts sättigt.

der Galle, des Bauchspeichels und des Darmsaftes die gewöhnlichen Eigenschaften des Albumins und Caseins wieder an.

Aus Allem geht nun hervor, daß die Lösung der geronnenen Eiweißstoffe vorzugsweise durch den Magensaft erfolgt, daß aber auch der Galle, dem Bauchspeichel und dem Darmsafte mittelst ihres Inhalts an Alkalien eine mitwirkende Kraft zu dieser Lösung nicht abgesprochen werden kann. Durch Versuche ist es übrigens nachgewiesen, daß der Magensaft außer den Proteinkörpern und dem leimgebenden Stoffe keine anderen organischen Nahrungsstoffe verdaut.

**Verdauung der stärkemehlhaltigen Nahrungsmittel.**

Die stärkemehlhaltigen Körper werden, wie die Eiweißstoffe, von den Pflanzen gebildet; sie bestehen aus Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff; die Pflanzen nehmen durch ihre Wurzeln Wasser aus der Erde und durch ihre Blätter Kohlensäure aus der Luft auf und bilden durch Zerlegung dieses Wassers und dieser Kohlensäure die stärkemehlhaltigen Körper; den Vorgang dieser Bildung kennen wir so wenig, als die Bildung der Eiweißkörper aus der Kohlensäure der Luft und den humussauren Ammoniaksalzen der Erde; von beiden Vorgängen ist uns, wie Moleschott ganz richtig bemerkt, nur das Endresultat bekannt.

Die stärkemehlhaltigen Körper sind einander ähnlich in ihrer Zusammensetzung; der Zellstoff, Stärkemehl, Inulin, Dextrin und Gummi stimmen in ihrer Zusammensetzung mit einander überein, auch die Zuckerarten, nur enthalten diese mehr Wasserstoff und Sauerstoff; nur die Holzstoffe, Kork und Pectin weichen von dieser Zusammensetzung etwas ab. Das Stärkemehl hat die Formel: $C^{12} U^{10} O^{11}$; das Inulin: $C^{12} H^{10} O^{10}$, ist eine Abart des Stärkemehls, löst sich aber in warmem Wasser auf. Dextrin, eine Art Gummi, dessen Formel: $C^{12} H^{10} O^{10}$ ist, fehlt selten in einem Pflanzensaft; die wichtigsten unlöslichen Körper dieser Gruppe, wie Stärkemehl, Zellstoff, können nur durch Umwandlung in Dextrin in lösliche Formen übergeführt werden; Dextrin und Gummi sind in Wasser löslich, wovon namentlich das Erstere sehr leicht in Traubenzucker übergeht. Der in den Orchisarten vorkommende Pflanzenschleim ist zwar isomer mit Gummi und Dextrin, aber in Wasser nicht löslich, indem er nur darin aufquillt; jedoch scheint der homogene Schleim der Orchideenknollen, da er in Stärkemehl übergeht, doch eine höhere Wichtigkeit zu

haben, als ähnliche Schleime, die man als bloße Excreta des Pflanzenlebens betrachtet.

Von den Zuckerarten wird der Traubenzucker in den Vegetabilien am häufigsten getroffen, dann der Rohrzucker im Zuckerrohr, Zucker-Ahorn und in der Runkelrübe. Krystallisirter Traubenzucker hat die Formel: $C^{11}$ $H^{12}$ $O^{12}$ + $_2HO$; Rohrzucker: $C^{12}$ $H^{11}$ $O^{11}$; während der Traubenzucker durch Hefe unmittelbar in Kohlensäure und Alkohol überführt werden kann, muß der Rohrzucker zu diesem Zwecke durch eine Säure zuerst in Traubenzucker verwandelt werden.

Das dem Körper in der vegetabilischen Nahrung gelieferte Stärkemehl ist ein in Wasser unlöslicher Stoff, welcher als solcher im Blute nicht vorkommt und zum Zweck des Uebergangs ins Blut von den Verdauungssäften zuerst in löslichen Zucker und von diesem in Fett übergeführt wird. Die Verdauung der stärkemehlhaltigen Körper wird zunächst vom Speichel eingeleitet, indem eine entsprechende Menge Speichel das Stärkemehl bei der Temperatur des Körpers in Traubenzucker überführt. Schon Leuchs hat gezeigt, daß die durch Kochen ihrer äußersten festen Hülle beraubten Stärkemehlkörnchen durch die Mundflüssigkeit so gut wie durch Diastase in Dextrin und Zucker übergeführt werden. Nach Frerich besitzen die Mundflüssigkeiten, wie wir weiter oben gesehen, einzeln dieses Vermögen weniger, welches sie mit einander vermischt in höherem Grade entwickeln. Nach Magendie besitzen übrigens alle thierische Eiweißstoffe enthaltende Säfte dieselbe Fähigkeit.

Bei angesäuertem Speichel nimmt nach Frerich die Zuckerbildung etwas ab, wird aber nicht aufgehoben, weshalb auch der saure Magensaft die umsetzende Kraft des Speichels nicht aufhebt.

Nach Lehmann, Schmidt und Frerich hat der Magensaft für sich das Vermögen, Stärkemehl in Zucker umzusetzen, nur in geringem Grade, während die Galle in dieser Beziehung ganz unwirksam ist; der Darmsaft bewirkt diese Umsetzung nur langsam, während nach Lenz und Frerich der Bauchspeichel Stärkemehl schnell in Zucker überführt.

Dextrin wird schneller umgesetzt, als Stärkemehl, weil dieses Letztere zum Zweck der Ueberführung in Zucker zuerst in Dextrin verwandelt werden muß; an das Dextrin schließt sich der Rohr-

zucker an, welcher durch freie Säure in Traubenzucker übergeführt wird.

Gummi wird nicht verdaut, da nach Frerich arabisches Gummi im Speichel und Magensafte nur aufquillt, ohne in Zucker überführt zu werden, während Fruchtmark, Pektin, Kork und Holzstoffe nach Frerich und Blondlet von den Verdauungssäften gar nicht angegriffen werden. Da aber Säuren und Alkalien auch im verdünnten Zustande kleine Mengen von Zellstoff in Stärkemehl verwandeln und dieser Stoff gerade im Darmkanal mit verdünnten Säuren und Alkalien zusammen kommt, so muß übrigens der Zellstoff wenigstens theilweise verdaut werden.

Alle diese Stoffe erleiden also im Darmkanal, neben der Auflösung, eine Umsetzung in Zucker, und die Zuckerbildung ist nach Moleschott also die erste Periode in der Verdauung der Fettbildner. Wenn gleich bei reichlichem Genuß von stärkemehlhaltiger Nahrung der Zucker auch als solcher ins Blut übergehen kann, so kommt er gewöhnlich nicht als Zucker im Blute vor, sondern erfährt noch im Darmkanal eine weitere Veränderung. Da nehmlich, wie wir gesehen, schon im Magensafte Milchsäure vorkommt, so muß eine theilweise Umsetzung des Zuckers in Milchsäure schon im Magen erfolgen. Van der Brock hat übrigens durch Versuche dargethan, daß die Milchsäure hauptsächlich im Duodenum gebildet werde, und zwar durch Einwirkung der Galle auf Zucker, sowie auch Frerich durch frische Galle, wie auch durch den alkalischen Darmsaft Zucker in Milchsäure umsetzte, während Lehmann gezeigt, daß die Bildung von Milchsäure durch die Gegenwart von Fetten sehr befördert werde; Bildung von Milchsäure ist also die zweite Umwandlungsstufe der stärkemehlhaltigen Nahrungsstoffe bei der Verdauung.

Wird Traubenzucker bei 30—40° Wärme längere Zeit den gährungserregenden Verdauungssäften ausgesetzt, dann bildet sich nach Engelhardt zuerst Milchsäure, indem 1 Aequivalent wasserfreien Traubenzuckers 2 Aequivalente Milchsäure-Hydrat liefern, und bei weiterem Fortschreiten der Gährung bildet sich aus dieser Milchsäure unter Entwickelung von Kohlensäure und Wasserstoff Buttersäure, und Frerich hat auch wirklich wiederholt im Darmkanal von mit Brod und Kartoffeln gefütterten Hunden Buttersäure gefunden, so daß nach Allem die Bildung von Buttersäure aus

Milchsäure im Darmkanal außer Zweifel steht, und mit diesem Auftreten von Buttersäure im Darmkanal beginnt, wie es Moleschott richtig bezeichnet, die Fettbildung. Die stärkemehlhaltigen Nahrungsstoffe sind also Fettbildner, und Liebig war es, welcher zuerst aussprach, daß die Thiere aus Stärkemehl Fett bereiten.

Nach Moleschott ist die Fettbildung im thierischen Organismus aus stärkemehlhaltigen Stoffen das einzige Beispiel, in welchem organische Stoffe im thierischen Organismus Sauerstoff verlieren, und diese Entwickelung von Fett ist zugleich das Höchste, was der thierische Organismus an ursprünglicher Erzeugung leistet; alle übrigen Vorgänge sind eine Verbrennung, da sie es ist, welche die Bestandtheile des Bluts in Gewebe und die Gewebe in Ausscheidungsstoffe überführt. Auch nach Liebig enthalten alle fetten Substanzen im Mittel auf 100 Aequivalente Kohlenstoff nur 10 Aequivalente Sauerstoff, während das Amylon auf dieselbe Menge Kohlenstoff 100, und der Milchzucker sogar 120 Aequivalente Sauerstoff enthält.

Daß schon gebildetes Fett leichter und schneller aufgenommen wird, als dasjenige, welches sich erst aus Stärkemehl entwickeln muß, ist natürlich.

Wir haben also gesehen, wie der Traubenzucker durch Gährung zuerst in Milchsäure, und die Milchsäure dann durch fortschreitende Gährung unter Entwickelung von Kohlensäure und Wasserstoff in Buttersäure überführt wird; der Hergang der Ueberführung der Buttersäure in Fette, die mehr Kohlenstoff und Wasserstoff enthalten, ist uns unbekannt, und wir wissen, wie Moleschott sagt, nur das Endresultat, nehmlich die Bildung von Fett aus Buttersäure, wobei auf jeden Fall die Buttersäure Sauerstoff abgeben muß.

Nach Liebig zeigen uns die Erscheinungen der Gährung, durch welche Vorgänge im thierischen Leibe der sauerstoffreiche Zucker in das sauerstoffarme Fett überführt wird. Nach ihm ist die Fettbildung die Folge zweier, neben einander vor sich gehender Prozesse, wovon der eine ein unvollkommener Oxydations=Verwesungs=Prozeß, wodurch sich eine gewisse Menge Wasserstoff, der andere ein Gährungs=Prozeß ist, durch den sich eine gewisse Menge Sauerstoff in Form von Kohlensäure von den Elementen des Zuckers trennt.

Verschiedenen Untersuchungen zufolge erleiden die Fette durch Speichel und Magensaft keine Veränderung.

Ueber den Einfluß der Galle auf die Fette war man lange im Streit; schon Haller behauptete, daß die Galle Fette auflöse, während Andere dieses Vermögen der Galle nur für die Fettsäuren, nicht aber für die neutralen Fette gelten lassen wollten. Nun rührt aber die milchweiße Farbe des Chylus von aufgenommenem Fette her, und wenn Brodie nach Unterbindung des Gallenganges keinen milchweißen Chylus beobachtete, so hat dagegen Lenz denselben auch bei Thieren beobachtet, deren Gallengang unterbunden war, ein Beweis, daß die Lösung der Fette nicht ausschließlich von der Galle abhängt, was auch die Versuche von Bernard, Lenz und Moleschott beweisen, welche fanden, daß der Bauchspeichel, und zwar nur durch seinen reichen Eiweißgehalt, neutrale Fette sehr bald in Glycerin und Fettsäuren verwandelt, überhaupt den größten Einfluß auf die Lösung der Fette hat, obgleich die Galle dabei auch nicht ohne Einfluß ist; und Moleschott, von der Richtigkeit ausgehend, daß die Galle kohlensaure Alkalien enthalte, und daß diese Alkalien, begünstigt von einer Wärme von ungefähr 38°, neutrale Fette verseifen, schließt mit Recht, daß eine solche theilweise Verseifung, so weit nehmlich der Vorrath von kohlensauren Alkalien in der Galle reicht, auch im Darmkanal vorkommt. Nach Strecker besitzt auch das choleinsaure Natron die Fähigkeit, Fettsäuren und neutrale Fette zu lösen.

Da der bei Weitem größte Theil des Fetts in den Chylusgefäßen neutral ist, so glaubt Lenz, daß die Aufnahme des Fetts in die Chylusgefäße nicht durch Verseifung erfolge, wogegen Moleschott mit Recht darauf aufmerksam macht, daß man aus dem Umstande, daß sowohl Glycerin als die fettsauren Alkalien in Wasser löslich sind, füglich annehmen könne, daß dieselben als solche in die Chylusgefäße übergehen, sich aber daselbst wieder in neutrale Fette verwandeln, wie auch die neutralen Fette des Chylus wieder eine Verwandlung in Seifen erleiden, wenn sie ins Blut gelangt sind und die Seifen des Bluts in den Geweben wieder als neutrale Fette auftreten.

Wenn nun, den Versuchen Bernards gegenüber, Frerich und Lenz selbst bei unterbundenem Bauchspeichelgang die Speisesaftgefäße dennoch mit milchweißem Chylus angefüllt sahen, so

geht daraus nur hervor, daß dem Bauchspeichel die lösende Kraft der Fette nicht ausschließlich zukommt, um so weniger, als, wie wir gesehen, auch die Galle und nach Frerich auch der alkalinische Darmsaft die Fähigkeit besitz, Fette zu lösen, so daß man als Resultat der verschiedenen Untersuchungen mit Bestimmtheit annehmen kann, daß Galle, Bauchspeichel und Darmsaft eine lösende Kraft auf die Fette besitzen, daß aber dem Bauchspeichel dieses Vermögen im höchsten Grade zukommt.

Verdauung der anorganischen Stoffe.

Nachdem wir nun die Verdauung der Eiweißkörper, Fettbildner und Fette Schritt für Schritt verfolgt, bleibt uns noch übrig, die Verdauung der anorganischen Stoffe zu betrachten; Stoffe, welche nicht nur zur Blutbildung im Thierreich, sondern auch zur Bildung der aus den Pflanzen hervorgehenden Nährstoffe unbedingt nöthig sind; denn so wenig ohne diese Stoffe die Bildung von Blut und Gewebe denkbar ist, eben so wenig kann ohne sie das Ammoniak und die Kohlensäure zu Bestandtheilen der Pflanzen, also auch zu keinem Nährstoff des Thieres werden, da ohne Alkalien nach Liebig kein Albumin, und ohne phosphorsaure Alkalien und Erdsalzen kein Pflanzenfibrin und kein Casein (Legumin) gebildet wird, daher die Phosphorsäure und der phosphorsaure Kalk für die Bildung der Saamen unserer Getreide- und Gemüs-Arten so unentbehrlich ist. Wie nothwendig aber diese Stoffe zur Bildung des thierischen Organismus sind, beweist der Umstand, daß sie im Blute und allen Geweben mehr oder weniger vorkommen; und da sie einmal als ganz unentbehrliche Bestandtheile der Gewebe auftreten, so kann man sie nach Moleschott füglich zu den Gewebebildnern zählen, da namentlich auch Lehmann eine solche Verwandtschaft zwischen Knorpel und Kochsalz und Liebig eine solche zwischen Muskelfasern und Chlorkalium nachwies, so daß die Bildung dieser Gewebe ohne die genannten Salze gar nicht möglich ist.

Am reichlichsten kommt in den Geweben der phosphorsaure Kalk vor, da er nicht nur in allen Eiweißkörpern reichlich auftritt, sondern auch der wichtigste Gewebebildner für die Knochen und Zähne ist, und die Knochen nach Moleschott um so reicher daran sind, je mehr sie angestrengt werden; ebenso ist er auch in den meisten Horngebilden, Nägeln, Haaren, Oberhaut und auch in den Muskeln enthalten.

Nach Valentin ist im neugebildeten Knochen neben dem phosphorsauren Kalk auch viel kohlensaurer Kalk enthalten, welcher nach Lehmann theilweise als die Quelle des phosphorsauren Kalks erscheint, indem die Grundlage der Knochen, der phosphorfreie leimgebende Stoff, aus den Eiweißkörpern nur durch Oxydation des Phosphors zu Phosphorsäure hervorgehen kann, und die durch die Bildung der leimgebenden Grundlage der Knochen frei gewordene Phosphorsäure mit dem kohlensauren Kalk zur Bildung der Knochenerde beiträgt.

Krystallinisch kommt der kohlensaure Kalk nach Moleschott im Hirnsand und in dem ovalen Säckchen des Vorhofs des menschlichen Gehörorgans vor.

Da Liebig in den Knochen von Skeletten, Girardin, Lehmann und Lassaigne in den fossilen Knochen und Zähnen auch Fluorcalcium fanden, so erscheint dasselbe als integrirender Bestandtheil der Knochen der Wirbelthiere.

Phosphorsaure Bittererde kommt ebenfalls in den Knochen und Zähnen vor, und nach Liebig herrscht sie in den Muskeln über den Kalk vor.

Die Kieselsäure erscheint eigentlich nur als Gewebebildner bei Thieren, da sie besonders in den Federn der Vögel, der Wolle der Schafe und mehreren Haaren als integrirender Bestandtheil erscheint.

Wie nothwendig das Eisen zur Bildung der Blutkörper ist, ist hinlänglich bekannt; außer dem Hämatin und Melanin erscheint es aber auch als nothwendiger Bestandtheil der Haargebilde, wo man es als Oxyd findet.

Nach Lehmann kommt phosphorsaures Natron-Ammoniak, sowie schwefelsaures Natron in der Krystall-Linse vor.

Ohne die Salze des Bluts würden nicht nur den Geweben die zu ihrer Bildung so nöthigen anorganischen Bestandtheile nicht zugeführt werden, sondern es wären auch weder die Eiweißstoffe, noch das Stärkemehl und Fett für sich allein verdaulich ohne dieselben, deswegen enthält das Blut stets eine gewisse Menge von Phosphorsäure, Alkalien (Kali und Natron), alkalischen Erden (Kalk und Bittererde), Eisen und Kochsalz, welche Stoffe auch die Nahrungsmittel in einer Weise enthalten müssen, welche sie zur Blutbildung tauglich macht. Wenn übrigens im Allgemeinen die

Menge der anorganischen Bestandtheile im Körper durch die Nahrung bedingt wird, so haben doch Versuche dargethan, daß die Mengen gewisser anorganischer Bestandtheile von der Nahrung unabhängig sind und ein bestimmtes Verhältniß der anorganischen Stoffe zu den organischen besteht; so fand Strecker, daß in der Galle der Wiederkäuer die organischen Gallensäuren beinahe ausschließlich an Natron gebunden sind, während im Futter dieser Thiere Kali über Natron vorherrscht; und in der Galle der Seefische fand derselbe Forscher mehr Kali als in der der Flußfische, trotz des Reichthums des Meerwassers an Kochsalz. Ebenso hat nach Schmidt die Nahrung keinen Einfluß auf die Vertheilung des Kochsalzes an die Blutflüssigkeit und des Chlorkaliums an die Blutkörper, und Liebig fand im Blute eines Hundes, welcher 18 Tage mit Fleisch gefüttert wurde, dieselbe Menge Kochsalz, wie nach 20tägiger Fütterung mit Brod. Anders dagegen verhält es sich bezüglich der kohlensauren und phosphorsauren Salze des Blutes; denn nach Liebig enthält das Blut bei Nahrung aus Brod und Fleisch nur phosphorsaure Salze, und nur durch einen Zusatz von Kartoffeln und grünem Gemüse erhält es noch eine gewisse Menge von kohlensauren Alkalien. Bei ausschließlich vegetabilischer Nahrung, sagt Liebig, nimmt das Menschenblut die Beschaffenheit des Ochsen- und Schaafbluts an.

Was nun die Verdauung dieser anorganischen Stoffe betrifft, so sind die meisten derselben, wie die phosphorsauren und schwefelsauren Alkalien, die Chloralkalimetalle, das Chlorkalium und Chlormagnesium, sowie die schwefelsaure Magnesia, in dem Wasser der Verdauungsflüssigkeiten löslich, nur die phosphorsaure Magnesia, das phosphorsaure Eisenoxyd, sowie die Kalksalze sind schwer löslich. Nach Frerich werden die Erdsalze, sowie das Eisen, und dieses sowohl im metallischen als im oxydirten Zustande, durch die Milchsäure des Magensaftes gelöst. Da nun im Magen auch aus Zucker Milchsäure gebildet wird, so muß, da sich bei reichlicher stärkemehlhaltiger Nahrung die Milchsäurebildung vermehrt, auch eine größere Menge dieser Salze gelöst werden. Außerdem tragen die übrigen Flüssigkeiten des Darms, so lange sie noch sauer sind, zur Lösung der Erdsalze und des Eisenoxyds bei, sowie auch nach Schmidt das flüssige Eiweiß des Darmkanals dazu mitwirkt, phosphorsauren Kalk in gelöster Form zu erhalten.

Lösungen von Kochsalz und der gewöhnlichen phosphorsauren Alkalien nehmen ferner nach Lassaigne nicht geringe Mengen von phosphorsauren Erden und phosphorsaurem Eisenoxyd auf, sowie das Wasser durch Chlorkalium in den Stand gesetzt wird, kohlensauren Kalk zu lösen.

Kalk und Thonerde werden schon im Magen durch die bei der so leichten Zersetzung des Chlormagnesiums entstehende Salzsäure gelöst. Da die Kieselsäure als solche nur im Fluorwasserstoff löslich ist, das Vorkommen dieses Stoffes in dem Magen der Vögel, die am meisten Kieselsäure brauchen, noch sehr problematisch ist, so ist wohl anzunehmen, daß es seine Löslichkeit und somit seinen Uebergang ins Blut nur einer Verbindung mit Kali verdankt, wie sie ja schon in Form dieses löslichen Salzes in der Ackererde vorkommt. Wilson hat dargethan, daß Wasser von 15° Wärme im Stande ist, eine wägbare Menge von Fluorcalcium gelöst zu erhalten; da nun bei der viel höhern Wärme des thierischen Magens nothwendig auch eine größere Menge desselben gelöst werden muß, so erscheint diese Lösung hinlänglich, um den an Fluorcalcium ohnehin armen thierischen Organismus zu befriedigen.

Erst der neuesten Zeit war es vorbehalten, außer der Nothwendigkeit der genannten organischen Stoffe für den thierischen Organismus noch die eines weiteren nachzuweisen, und zwar die des Jods. Die neuesten Untersuchungen von Blondeau, Chatin und Fourcault haben nehmlich die nachtheiligen Wirkungen des Mangels an Jod im Wasser und den als Nahrung dienenden Erderzeugnissen nachgewiesen, indem sie fanden, daß Kröpfe und Cretinismus vorzugsweise in jenen Thälern der Alpen herrschen, wo Luft, Wasser und Erde, sowie die aus ihr entsprossenen Vegetabilien sich durch mangelhaften Jodgehalt auszeichnen, ein klarer Beweis, daß ein gewisser Jodgehalt dem menschlichen Organismus zur Erhaltung seiner normalen Lebensprozesse unumgänglich nothwendig ist.

Ob auch der leimgebende Stoff eine Nährkraft besitze, ist ein Streit, welcher in gegenwärtigem Augenblicke noch unentschieden ist. Liebig, ausgehend von dem Grundsatze, daß kein stickstoffhaltiger Körper, dessen Zusammensetzung von der des Albumins, Fibrins und Caseins abweicht, im Stande ist, den Lebensprozeß eines Thieres zu unterhalten, behauptet, daß die Leimsubstanz nur

die Secretion des Harns und der Galle vermehre, allein keinen Ernährungswerth besitze, und daß sein Genuß eher schädlich als nützlich sei, weil sie das Blut mit stickstoffhaltigen Produkten überlade, deren Gegenwart die organischen Vorgänge störe. Dagegen sagt er gleich darauf, daß die Verwandlung eines löslichen und gelösten Stoffes in einen nicht löslichen Träger der Lebenskraft nicht nur begreiflich, sondern auch in chemischer Beziehung erklärbar sei; daher die Annahme, daß die in Auflösung genossene Gallerte dazu dient, um die leimgebenden Gebilde, welche, wie alle andern, eine fortwährende Veränderung erleiden, und also einer Integration eben so bedürftig sind, zu erneuern, und ihre Masse zu vermehren.

Moleschott, gestützt auf die Erfahrung, daß Hunde wochenlang von rohen Knochen leben können, ist der Ansicht, daß der leimgebende Stoff im Thierkörper in Eiweiß verwandelt werde, da solche Hunde ohne Erneuerung des Eiweiß in ihrem Blute nicht leben könnten, woraus er schließt, daß der Leim ein Nahrungsstoff ist; setzt aber bei, daß der Leim, weil er unter allen stickstoffhaltigen Nährstoffen am weitesten von den Eiweißkörpern des Bluts abweicht, und ein Körper um so verdaulicher ist, je ähnlicher er vornenherein den Blutstoffen ist, schwer verdaulich sei, weswegen die aus Leim bestehenden Suppentafeln verwerflich seien.

Bischof behauptet, seinen Versuchen an Hunden zufolge, daß die Fütterung mit Leim die Harnstoff-Menge im Urin anhaltend vermehre, daß er aber im Blute blos umgesetzt werde, ohne zur Integration irgend eines Gebildes im Körper gedient zu haben, weil bei seinen Versuchen das Körpergewicht des Thieres sich während dieser Fütterung gar nicht veränderte, während es doch sich vermehrt haben würde, wenn die größere Menge Harnstoff das Produkt einer größern Stoffmetamorphose der stickstoffhaltigen Körpertheile gewesen wäre; er hält demzufolge den Leim, wie alle Gallerte, entschieden für kein Nahrungsmittel, wodurch eine Integration der stickstoffhaltigen Körpertheile möglich wäre. Die Thatsache, daß Hunde wochenlang von Knochen leben können, hält er aus dem Grunde für möglich, weil Hunde überhaupt lange ohne Nahrung leben können und bei diesen Versuchen an den Knochen doch manchmal ein Stück Fleisch hängen blieb, und weil der Leim, als Respirationsmittel, den Umsatz der stickstoffhaltigen

Gewebe beschränkt, und deswegen das Leben zu fristen vermag ohne Integration der stickstoffhaltigen Körpertheile selbst, und es am Ende doch etwas Anderes ist, mit leimgebenden Knochen zu füttern, als mit dem durch Knochen künstlich aus ihnen dargestellten Leim.

Boussingault beobachtete bei Fütterung von Enten mit reiner Gelatina eine Vermehrung der Harnsäure-Ausscheidung, wobei zugleich das Gewicht der Thiere zunahm, und glaubt, daß die Gelatina die ernährenden Eigenschaften doch nicht ganz entbehre, setzt aber bei, daß sie vielleicht nur als Respirationsmittel diene und die größere Menge Harnsäure durch einfache Oxydation liefere.

Frerich endlich sah bei seinen Versuchen mit Hunden nach großen Gaben von Gallerte den Harn constant sehr saturirt werden, wobei sein spezifisches Gewicht von 1018 bis auf 1034 stieg und der Harnstoff auffallend vermehrt war. Er glaubt, daß die Gelatina, gleich den überschüssig gefütterten Proteinstoffen, den größten Theil ihres Kohlenstoffs und Wasserstoffs für die Zwecke der Respiration abgebe, während ihr Stickstoff in Form von Harnstoff austrete, so daß sie also nur als Respirationsmittel diene, aber nie eine eiweißartige Verbindung ersetzen könne.

Betrachten wir nun zuerst die Ansicht Moleschotts, nach welcher die leimgebenden Stoffe im Thierkörper in Eiweiß verwandelt werden, so stellt sich dieser Behauptung zunächst die Verschiedenheit der Zusammensetzung dieses Stoffes mit der der Eiweißstoffe entgegen, indem der leimgebende Stoff nicht nur keinen Schwefel und Phosphor enthält (nach Schlinger enthält übrigens der Leim etwas Schwefel, sowie nach Mulder das Chondrin schwefelhaltig ist), sondern auch in seinem Gehalt an Kohlenstoff, Stickstoff, Wasserstoff und Sauerstoff differirt, ein Umstand, welcher diese Umsetzung allerdings nicht sehr wahrscheinlich macht; auf der andern Seite muß aber in Betracht kommen, daß der einzige, dem jungen Thier in der Muttermilch gereichte Eiweißstoff, das Casein, um in Albumin und Fibrin verwandelt zu werden, auch Phosphor aufnehmen muß, da es als solches gar keinen Phosphor enthält, obwohl dieses in seiner sonstigen Zusammensetzung den übrigen Eiweißstoffen gleich ist, was allerdings beim Leim auch nicht der Fall ist. So gut nun Casein durch

Aufnahme von Phosphor in Albumin umgewandelt werden kann, ebenso könnte auch der Leim durch Aufnahme von Schwefel und Phosphor und durch eine nicht so bedeutende Aenderung seines Gehalts an Stickstoff, Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff in Eiweiß überführt werden; daß, wie Moleschott selbst bemerkt, diese Umwandlung der geringen Aehnlichkeit mit den Blutstoffen wegen schwieriger ist, schließt die Möglichkeit der Umwandlung nicht aus. Moleschotts Ansicht stehen übrigens die Versuche von Bischof, womit theilweise auch die von Frerich übereinstimmen, am meisten entgegen, welche das Resultat lieferten, daß bei Leimfütterung der Harnstoff im Harne stark vermehrt wurde, sich dabei das Körpergewicht des Thieres aber gar nicht veränderte, was doch nothwendig hätte erfolgen müssen, wenn der vermehrte Harnstoff das Produkt einer größern Stoffmetamorphose der stickstoffhaltigen Körpertheile gewesen wäre; während derselbe Forscher bei Fütterung eines andern Hundes mit steigender Menge Fleisches den Harnstoff ebenso oder noch mehr vermehrt fand, wobei aber zugleich das Körpergewicht zunahm.

Wenn es nun auf der einen Seite, wenn geradezu nicht unmöglich, aber immerhin sehr unwahrscheinlich ist, daß die Gelatina ohne Phosphor und Schwefel und ohne Gleichheit im Gehalt der vier organischen Elemente zur Constituirung der proteinhaltigen thierischen Gewebe etwas beitrage, so sind auf der andern Seite die Versuche von Bischof geeignet, diesen Zweifel ganz zu heben; daß Proteinverbindungen sich in Gallerte umwandeln, hat uns Liebig gezeigt, und bei Pflanzenfressern, die keine leimhaltigen Nahrungsstoffe genießen, muß die Reproduction der chondrin= und glutinhaltigen Gewebe durch Umwandlung von Eiweißstoffen zu Stande kommen; aber umgekehrt ist die Verwandlung von Leim in Eiweißstoffe aus den genannten Gründen sehr unwahrscheinlich. Nichtsdestoweniger ist die Gelatina kein nutzloser Nahrungsstoff, weil die Gallerte der Knochen und Membranen durch eine für die Anbildung schon so vorbereitete Substanz, wie der Leim, der entweder in gelöstem Zustande genossen wird, oder doch in den Verdauungsflüssigkeiten löslich ist, doch am besten und leichtesten erneuert wird. Die Wirkung der Gallerte in Schwächezuständen beruht offenbar darauf, daß sie dem Unvermögen des Organismus, unter solchen Verhältnissen die nothwendige Leimsubstanz aus

Proteinstoffen zu bilden, dadurch abhilft, daß sie dieselbe den leimhaltigen Geweben in schon dazu vorbereitetem Zustande zuführt, wodurch die Eiweißstoffe zu anderseitiger Verwendung erspart werden, aus welchem Grunde unter solchen Umständen zum Zweck der Restauration der übrigen Nahrung gewiß zweckmäßig eine gewisse Quantität Gelatina beigesetzt wird.

Die von Liebig ausgesprochene Ansicht, daß die in Auflösung genossene Gelatina dazu diene, die leimgebenden Gebilde im Körper zu erneuern und ihre Masse zu vermehren, scheint der Umstand, daß durch Leimfütterung die Harnstoffausscheidung vermehrt wird, auf den ersten Anblick allerdings zu widerlegen, weil der im Blute seines Stickstoffs beraubte Leimstoff als solcher nicht mehr bestehen und also nicht in die leimhaltigen Gebilde übergehen kann; allein man kann immer annehmen, daß nicht die ganze Quantität des genossenen Leims in Harnstoff, Kohlensäure und Wasser zerlegt werde, sondern nur ein Theil davon, und der übrige Theil zum gehörigen Ersatz der umgesetzten leimgebenden Gewebe mehr als hinreichend ist, so daß Harnstoffvermehrung und die Erneuerung der umgesetzten leimgebenden Gewebe hier recht gut neben einander bestehen können.

Die Befürchtung Liebigs, daß der Genuß der Leimsubstanz eher schädlich als nützlich sei, weil dadurch das Blut mit stickstoffhaltigen Stoffen überladen werde, fällt dadurch weg, daß dieser Ueberschuß durch die vermehrte Harnstoffausscheidung wieder ausgeglichen wird.

Der Annahme, daß die in Auflösung genossene Leimsubstanz zur Erneuerung und Massenvermehrung der leimgebenden Gebilde des Körpers verwendet werde, stellt sich also kein gegründeter Widerspruch entgegen, und der Leim kann also in sofern als Nährstoff, oder doch wenigstens als Ersatz der Nährstoffe betrachtet werden, als bei Mangel an Leimsubstanz in der Nahrung die leimgebenden Gebilde des Körpers aus den Eiweißstoffen des Bluts hervorgehen; bei der schon in der Nahrung in gehöriger Menge gereichten Leimsubstanz aber die zur Bildung der leimgebenden Gewebe nöthigen Eiweißkörper anderwärts verwendet werden können.

Bekanntlich wurde schon Vieles geschrieben über verdauungbefördernde Mittel; allein von den unzähligen, zu diesem Zweck vorgeschlagenen Mitteln läßt sich die Zahl derselben auf ein

Minimum reduciren. Daß es Mittel gibt, welche wirklich im Stande sind, die Verdauung zu befördern, unterliegt wohl keinem Anstande; da wir nehmlich wissen, daß die Verdauung und Blutbildung bei gehöriger Nahrung zunächst von der Menge der Verdauungsflüssigkeiten abhängt, die sich in den Magen und Darm ergießen, so müssen alle Zusätze zu den Speisen, welche im Stande sind, die Secretion des Speichels und Magensafts zu vermehren, auch die Verdauung befördern, und in dieser Beziehung steht das Kochsalz oben an, dann folgen die Gewürze, Pfeffer, Senf, Zimmt, Zucker, Käse, Thee und Kaffee. Nach Frerich und Lehmann wird die Verdauung der Eiweißkörper im Magen durch Zusatz von Kochsalz befördert; da durch dieses Salz nicht nur die Secretion des Speichels, sondern auch die des Magensaftes gesteigert wird, Speichel und Magensaft aber, wie wir oben gesehen, zur Lösung der Eiweißstoffe sehr viel beitragen, so muß also Kochsalz, in mäßiger Gabe genossen, die Verdauung befördern.

Sehr viel zur Beförderung der Verdauung trägt auch unsere Zubereitung der Speisen durch Backen und Kochen bei, während allerdings auf der andern Seite wieder andere Zubereitungen, wie Einsalzen und Räuchern des Fleisches, nicht nur die Nährkraft dieser Stoffe bedeutend vermindert, sondern sie auch schwer verdaulicher macht. Zur Verdauung des Mehls, und besonders des darin enthaltenen Stärkemehls, trägt die Ueberführung des Mehls in poröses Brod sehr viel bei, indem beim Kauen des Brodes dasselbe viel sorgfältiger mit Speichel vermischt wird.

Die in den Magen gebrachten Speisen vermehren zunächst nicht nur den Blutzufluß nach der Schleimhaut des Magens und den die Magendrüsen umgebenden Capillargefäßnetzen, und rufen so die Secretion des Magensaftes hervor, sondern sie reitzen auch die Muskelhaut zu peristaltischen Bewegungen, wobei das Entweichen der geschluckten Speisen dadurch gehindert wird, daß die Cardia und die Pförtnerklappe durch ihre Sphincteren geschlossen werden. Daß die Temperatur des Magens während der Verdauung zunehme, wie Viele behaupten, läugnet Beaumont, da er die Magentemperatur während und nach der Verdauung immer gleich, nehmlich + 100° F., fand. Was die Bewegung des Magens während der Verdauung betrifft, so glauben die meisten Beobachter, daß diese gleich nach der Ankunft der Speisen im Magen beginne

und einen dreifachen Zweck habe, nehmlich Beförderung der Secretion des Magensaftes, Durchdringung der Speisen mit dem Magensafte und endlich Fortschaffung der Speisen vom Magen ins Duodenum. Nach Büdge und Eberle geht aber nur gerade unmittelbar nach dem Essen die Bewegung der Speiseröhre auch auf den Magen über, hört aber, wie auch Magendie beobachtete, bald auf und es tritt Ruhe ein, und zwar um so mehr, je mehr der Magen mit Speisen angefüllt ist, und erst, wenn die secernirende Thätigkeit des Magens aufgehört hat und die Speisen in Chymus verwandelt sind, beginnen jene Bewegungen, welche die Fortschaffung des Chymus aus dem Magen ins Duodenum bezwecken.

Die in Folge der Einwirkung der Mundflüssigkeiten und des Magensaftes veränderten Nahrungsstoffe heißen Speisebrei, Chymus, welcher eine grünlich-weiße, säuerlich-schmeckende und eigenthümlich fade und unangenehm riechende, breiartige Flüssigkeit darstellt, welche Eiweiß, Salze und Zucker gelöst enthält, die Fette aber nicht im gelösten Zustande, weil, wie wir oben gesehen, die Fette weder durch Speichel noch durch Magensaft, sondern vorzugsweise durch Bauchspeichel, wie auch durch Galle und Darmsaft gelöst werden; auch enthält der Chymus die meisten anorganischen Stoffe schon gelöst, da auch die schwer-löslichen, wie phosphorsaure Magnesia, phosphorsaures Eisenoxyd und die Kalksalze hauptsächlich durch die Milchsäure des Magensaftes gelöst werden. Nach Frerich werden die gelösten Bestandtheile des Speisebreis zum Theil schon von den Adern des Magens aufgenommen, sowie nach ihm auch ein Theil der anorganischen Stoffe schon im Magen in die Chylus- und Blutgefäße übertritt, da ihre Menge im Darminhalt kleiner ist, als im Magen.

Betrachten wir nun die Veränderungen der Speisen im Magen, so ergibt sich im Allgemeinen Folgendes: Umgewandelt oder chemisch verändert werden im Magen, wie wir gesehen, nur die proteinhaltigen und leimgebenden Stoffe, sowie der Leim selbst, und wenn gleich auch die Umwandlung von Stärkemehl in Zucker nach den Beobachtungen von Frerich und Lehmann zum großen Theil auch im Magen vor sich geht, so gehört diese nur der Oertlichkeit wegen zur Magenverdauung, da dieselbe nicht eine Wirkung des Magensaftes ist, sondern durch den verschluckten Speichel

eingeleitet wird. Ebenso erfolgt auch die Ueberführung des Zuckers in Milchsäure und Buttersäure wenigstens theilweise im Magen, wozu namentlich auch die Temperatur des Magens mitwirkt, da nach Engelhardt sich aus dem Traubenzucker, wenn er bei 30—40⁰ Wärme längere Zeit den gährungserregenden Verdauungsflüssigkeiten ausgesetzt wird, Milchsäure, und bei weiterem Fortschreiten der Gährung, wie wir früher gesehen, Buttersäure bildet. Die Fette bleiben im Magen so ziemlich unverändert und werden höchstens feiner zertheilt und in Folge der höhern Temperatur mehr verflüssigt.

Von den anorganischen Bestandtheilen der Nahrung werden die meisten schon im Magen gelöst, wie die phosphorsauren und schwefelsauren Alkalien, die Chlorkalium-Metalle, das Chlorcalcium und Chlormagnesium, während die Erdsalze, sowie das Eisen durch die Milchsäure des Magensaftes gelöst werden. Kalk und Thonerde werden ebenfalls schon im Magen, und zwar durch die bei der so leichten Zersetzung des Chlormagnesiums entstehende Salzsäure gelöst.

Nachdem der im Magen bereitete Speisebrei mittelst des motus peristalticus des Magens allmählig und in kleinen Portionen durch den Pförtner ins Duodenum gelangt ist, erregt er auch in diesem Theile des Darmkanals jene wurmförmige Bewegung, wodurch er langsam fortbewegt und zugleich der Ausfluß der Galle ins Duodenum befördert wird. Hier wird dann der Chymus durch Einwirkung der Galle, des Bauchspeichels und des Darmsaftes allmählig in Chylus verwandelt, wobei namentlich auch die Fette in lösliche Formen, Fettsäuren, Alkalien und Glycerin überführt werden. Ein Theil des Chylus wird schon von den Darmvenen resorbirt, durch die Pfortader zuerst in die Leber und von da erst in den allgemeinen Kreislauf gebracht; der größte Theil aber wird von den in den Darmzotten befindlichen Anfängen der Lymphgefäße aufgesogen und als Chylus erst durch die Lymphdrüsen in den ductus thoracicus, und von hier vermischt mit der hinzugetretenen Lymphe in den venösen Blutstrom gebracht, während die unlöslichen Ueberreste der Speisen ihren Weg in den Dickdarm nehmen. Die im Magen und Duodenum nicht vollkommen gelösten Eiweißstoffe werden im weitern Verlaufe des Dünndarms noch gelöst, da den Versuchen von Bidder, Schmidt und Leh-

mann zufolge auch der Darmsaft lösend auf die Eiweißkörper wirkt

Die Zeit liegt noch nicht lange hinter uns, wo man noch von einer dynamischen Aufsaugung im Darmkanal und einer Saugkraft der Darmzotten sprach, ohne Beweise für ihr Dasein liefern und dieselbe auf bekannte Gesetze zurückführen zu können, während uns die neuere Forschung die Gewißheit verschafft, daß wir es hier ebenfalls mit rein chemischen und physikalischen Kräften zu thun haben. Erst nachdem der Stoffaustausch zwischen zwei, durch thierische Membranen getrennte Lösungen genauer untersucht und die quantitativen Verhältnisse dieses Austausches für die verschiedenen Substanzen unter verschiedenen Bedingungen auf genaue physikalische Gesetze zurückgeführt wurden, erhielt man eine bessere Einsicht von dem physiologischen Hergang der Resorption, und kam zu der Ueberzeugung, daß der Uebergang des Chylus in die Chylus- und Blutgefäße des Darmkanals durch Endosmose erfolgt, wobei aber nur eine dünnere Flüssigkeit zu einer dickern übergeht; da nun das von Frerich und Marcet gefundene specifische Gewicht des Chymus 1024—1025, das des Chylus 1021 und das des Bluts 1050—1059 ist, so ist der Uebergang des Chylus in das Blut durch Endosmose möglich. Auf der andern Seite haben wieder Versuche bewiesen, daß möglicherweise auch eine dickere Flüssigkeit zu einer dünneren übergehen kann, und außer der Endosmose noch ein anderer Umstand Einfluß auf diesen Uebergang hat, und dieses ist, wie uns Liebig gezeigt, die Verdunstung an der Oberfläche des thierischen Körpers, welche auf die Aufsaugung der Säfte einen mächtigen Einfluß hat, und die, wie wir wissen, schon in der vegetabilischen Welt ihren Einfluß in dieser Beziehung äußert, indem sie es ist, welche der Pflanzenwurzel die Aufnahme der Stoffe des Bodens so sehr erleichtert. Durch die Endosmose im Verein mit der Ausdünstung an der Körperoberfläche sind also die Ader- und Chylusgefäße des Darmkanals im Stande, dem Darminhalt seine Lösungen zu entziehen und so dem Blute seine wesentlichen Bestandtheile zuzuführen, wie auch nach Lehmann das Blut während der Verdauung am reichsten ist an festen Bestandtheilen. Bekanntlich geht salzarmes Wasser, welches durch eine Membran von salzreichem getrennt ist, zu dem salzreichen über; die Flüssigkeiten strömen immer nach der

Seite hin, wo sich das meiste Salz befindet, und zwar um so rascher, je größer der Unterschied des Salzgehaltes bei den Flüssigkeiten ist, welches Aufsaugungsvermögen noch dadurch erhöht wird, daß der Kochsalz=Auflösung ein freies Alkali zugesetzt wird, und das Ueberströmen erfolgt am schnellsten, wenn die äußere Flüssigkeit schwachsauer und die innere alkalisch ist, was wir gerade im menschlichen Organismus beobachten, wo die durch Lösung der Nahrungsstoffe entstandene Flüssigkeit schwachsauer, das Blut dagegen salzhaltig und alkalisch ist, deßwegen erfolgt auch der Uebergang von Wasser in die über den ganzen Darmkanal so vielfach verzweigten Blutgefäße, in denen sich das Blut noch mit großer Schnelligkeit fortbewegt, so leicht. Dadurch, daß das ins Blut übergegangene Wasser durch die Harnwerkzeuge sogleich wieder entleert wird, ist die Möglichkeit gegeben, eine gleiche Concentration des Blutes zu erhalten.

Wie schon bemerkt, wird, wenn auch ein Theil des Chylus von den Darmvenen resorbirt wird, doch der bei Weitem größte Theil von den Lymphgefäßen aufgesogen. Moleschott hält es zwar für möglich, daß alle gelösten Nahrungsstoffe sowohl die Wand der Chylusgefäße, als auch die der Adern durchsetzen, obwohl das endosmotische Aequivalent der einzelnen Stoffe im Verhältniß zu beiden Membranen verschieden sein mag. Auf der andern Seite aber wissen wir, daß der größte Theil des Eiweißes, sowie namentlich die Fette von den Chylusgefäßen aufgesogen werden; nur der Zucker soll nach Sandras in die Blutgefäße, nie in die Chylusgefäße übergehen; daß übrigens Eiweiß, wenigstens theilweise, auch von den Darmvenen aufgesogen wird, beweist der Umstand, daß der Eiweißgehalt des Pfortaderbluts während der Verdauung zunimmt; es waltet also zwischen der Art und besonders der Menge von Stoffen, die von den Blut- und Chylusgefäßen zugleich aufgenommen werden, doch ein Unterschied ob.

Wie wir nun früher die Verdauung der Eiweißkörper, der Fette und anorganischen genauer betrachtet, so wollen wir nun hier auch die Resorption dieser Nahrungsstoffe einer näheren Betrachtung unterwerfen.

Bezüglich der Resorption der Eiweißkörper macht Funke auf den höchst wichtigen Umstand aufmerksam, daß, wie wir früher

bei der Verdauung gesehen, die Eiweißkörper im Darmkanal nicht nur gelöst, sondern auch chemisch verändert und in sogenannte Peptone verwandelt werden, während wir auf der andern Seite im Chylus und Blute diese Peptone nicht wieder finden, sondern Eiweißkörper mit dem gewöhnlichen chemischen und physikalischen Verhalten. Nun haben endosmotische Versuche bewiesen, daß das gewöhnliche lösliche Eiweiß ein sehr geringes Diffussionsvermögen besitzt und demzufolge durch thierische Membranen gar nicht, oder nur in sehr kleinen Mengen durchtritt, also auch im Darmkanal gar nicht, oder doch nur in sehr unerheblichen Mengen die Membranen der Adern und Chylusgefäße durchzudringen vermag, weßwegen die Ansicht nahe liegt, daß gerade ihre Umwandlung in Peptone keinen andern Zweck hat, als sie für den Durchgang durch diese Membranen tauglicher zu machen. Funke glaubt zwar, daß dieser Umstand nicht ausreiche, um die Nothwendigkeit einer Umwandlung der Proteinstoffe zum Zweck der Resorption auf endosmotischem Wege zu erweisen, weil physiologische und pathologische Vorgänge hinlänglich beweisen, daß die Wände der Blutgefäße und thierische Membranen überhaupt für unverändertes Eiweiß nicht impermeabel sind. Von physiologischer Seite sind zwar die Beweise hiefür gerade nicht mannigfaltig, obwohl man hier das Durchdringen von Eiweißstoffen durch die Wandungen der Capillargefäße in die Gewebe anführen könnte; allein hier entsteht die Frage: gehen die Eiweißstoffe wirklich unverändert durch diese Capillargefäß-Wandungen hindurch? In pathologischer Beziehung dagegen haben wir allerdings unzweideutige Beweise hiefür, wie z. B. den Umstand, daß jedes aus unverletzten Gefäßen herstammende Exudat eiweißhaltig ist; namentlich aber sind die oft massenhaften Eiweiß-Ausschwitzungen in den Darm bei Dissenterie und die in den Harn bei Diabetes die schlagendsten Beweise hiefür. Doch gilt dieses nur für pathologische Zustände, im Allgemeinen aber nicht für normale. Nun hat Funke durch Versuche gefunden, daß wenn er dünne Eiweißlösungen in ausgeschnittene Darmschlingen brachte und dieselben in dünne Salzlösungen legte, allerdings Eiweißspuren in die äußere Flüssigkeit übergiengen; war aber diese äußere Flüssigkeit eiweißhaltig, wie das Blut, so konnte er keinen Uebertritt durch die Darmwand nach Außen beobachten, selbst bei verschiedener Concentration der

innern Eiweißlösung. Daß der Magen alle in ihn gelangenden Eiweißkörper in Peptone verwandelt, und daß der größte Theil der während der Verdauung verschwindenden Eiweißstoffe als Peptone resorbirt werden, ist einmal Thatsache, weswegen Funke glaubt, daß diese Verwandlung hauptsächlich deswegen geschieht, weil die in den Blut- und Chylusgefäßen sich befindlichen Flüssigkeiten in Folge ihrer Constitution keine Anziehung für unveränderten, wohl aber für die durch die Verdauung modificirten Albuminate zeigen, was allerdings der Fall zu sein scheint, doch mag nach meiner Ansicht namentlich auch die leichtere Durchdringlichkeit der in Peptone verwandelten Albuminate durch die thierischen Membranen hier ein Hauptmoment sein, da namentlich die Chylusgefäße unmittelbar vor der Verdauung so ziemlich leer sind, also der Endosmose, im Falle ihre Membranen die im Darmkanal befindlichen Stoffe durchlassen, kein Hinderniß entgegen setzen.

Auf welche Weise dann die mit den Albuminaten des Bluts und des Chylus gemischten Peptone wieder in ursprüngliche Eiweiß-Materie umgewandelt werden, ist uns noch dunkel.

Weil die Darmzotten die Träger der Chylusgefäße sind, und diese, wie wir bei der anatomischen Beschreibung des Darmkanals gesehen, nur im Dünndarme vorkommen, so kann man mit Sicherheit annehmen, daß die Resorption der Peptone vorzugsweise in diesem Theile des Darmkanals vor sich geht; in dem oberhalb des Magens befindlichen Theile des Darmkanals kann von einer solchen Resorption um so weniger die Rede sein, als, wie wir gesehen, diese Pepton-Bildung erst im Magen beginnt. Daß übrigens auch im Dickdarm noch die dahin gelangten Peptone aufgesogen werden, geht schon aus dem Umstande unbestreitbar hervor, daß auch in diesem Theil des Darmkanals, wenn auch in beschränkter Weise, noch Saugadern vorkommen, welche ihren Inhalt in den ductus thoracicus ergießen.

Bezüglich der quantitativen Verhältnisse der Resorption dieser Peptone hat Funke an Kaninchen Versuche angestellt und gefunden, daß die Größe der Resorption zunächst in einem bestimmten Verhältnisse zur Concentration der der resorbirenden Fläche dargebotenen Lösung steht. Enthält nehmlich diese Letztere bei gleich großer Länge der Darmschlinge und derselben Versuchszeit mehr Eiweißpepton, so wird auch mehr resorbirt. Funke injicirte auf

3,85 Grm. Flüssigkeit in einer 185 Mm. langen Darmschlinge 0,312 Hrm. Pepton, also 1 Theil Pepton auf 12 Theile Flüssigkeit, wovon in 4 Stunden 0,179 Grm. resorbirt wurden; enthielt aber dieselbe Flüssigkeit nur 0,079 Grm. Pepton, also 1 : 50, so wurden nur 0,048 Pepton resorbirt, aus beiden Lösungen also ungefähr 57% des darin enthaltenen Peptons.

Wurde dieselbe Flüssigkeitsmenge mit demselben Peptongehalt einer doppelt so großen resorbirenden Fläche ausgesetzt, so wurde nicht die doppelte Menge Pepton resorbirt, sondern nur etwas mehr, als bei der einfachen Fläche. Ebenso stellte sich bei diesen Versuchen heraus, daß die Resorptionsgröße mit der Versuchsdauer durchaus nicht in geradem Verhältnisse steigt, da nach Funkes Versuchen in 6 Stunden kaum etwas mehr Pepton resorbirt wurde (also nicht ⅓ mehr), als in 4 Stunden, was übrigens aus dem Umstande leicht zu erklären ist, daß die Resorption überhaupt in den ersten Stunden aus einem leicht erklärlichen Grunde viel energischer vor sich geht, als in den folgenden.

Bezüglich der Resorption der Fette ist, wie ich weiter oben bei der Verdauung der stärkemehlhaltigen Nahrung weiter auseinandersetzte, noch ein Streit darüber, ob die Fette als solche in die Chylusgefäße aufgenommen werden, oder ob sie zu diesem Zwecke noch im Darmkanal in Glycerin und Seifen verwandelt werden müssen; da diese in Wasser löslich und also zur Resorption geeignet sind, so ist Moleschott der Ansicht, daß die Fette als solche in die Chylusgefäße übergehen, sich aber daselbst wieder in neutrale Fette verwandeln, weil wirklich der größte Theil des Chylusfettes neutral ist. Da man sich aber nach den Beobachtungen von Funke und Andern durch den Augenschein leicht von dem Uebertritt der Fetttröpfchen durch die Epithelialzellen und die Membran der Darmzotten überzeugen kann, so steht die Thatsache, daß auch neutrale Fette unverändert in Dünndarm resorbirt werden, einmal fest. Das Fett, behauptet Funke, bringt in feinen Tröpfchen in die Epithelialzellen ein, und gelangt auf endosmotischem Wege durch deren Wände in die innere Flüssigkeit. Sabald das Fett, sagt Funke weiter, die Epithelialzellen passirt hat, drängt es von allen Seiten durch das lockere Zottenparenchym zwischen den Capillaren hindurch dem centralen Chyluskanal zu, ohne daß ihm bestimmte präformirte Bahnen,

oder gar mit Wänden versehene Kanäle für diese Wanderung vorgeschrieben sind. Es kann, wie die komplette Zottenerfüllung lehrt, das Fett durch jede beliebige Stelle des Parenchyms der Zotte dringen. Bei massenhafter energischer Resorption geschieht es wirklich, daß so viel Fetttröpfchen das Parenchym gleichzeitig durchdringen, als neben einander Platz haben. Bei weniger energischer Resorption dagegen werden nur an einzelnen Stellen von den peripherischen Zellen aus Fetttröpfchen das Parenchym betreten und dem Achsenkanal zustreben; da nur dieser Weg durch das mit wässeriger Flüssigkeit imbibirte Gewebe für die Fetttröpfchen stets mit mechanischen Schwierigkeiten verknüpft ist, so werden die nachfolgenden Tröpfchen auf demselben Wege am leichtesten fortkommen, welchen die vorangehenden gleichsam gebahnt haben; es zieht daher ein Fetttröpfchen eine Menge dicht hinter sich her, und so entstehen Fettstraßen durch das Parenchym nach dem Achsengefäß zu; so weit Funke. Dieses scheint ihm auch die einfachste und den wirklichen Beobachtungen am entsprechendste Deutung der sogenannten Chyluscapillaren von Weber zu sein.

Nun hat aber Bruch bei einer Henne die Beobachtung gemacht, daß jedes Gefäßchen der Blutcapillaren der Darmzotte eine Strecke weit mit Blut und wieder eine Strecke weit mit Chyluströpfchen angefüllt war, so daß also nach ihm außer den Chylusgefäßen auch die Blutcapillaren der Darmzotten an der Fett-Resorption Theil nehmen. Dagegen glaubt nun Funke, weil er constant und ohne Ausnahme die Stämmchen in das centrale Chylusgefäß einmünden sah, daß das Fett sich nicht in den Blutgefäßen, sondern in besondern Parenchym-Wegen, welche nur in das Achsen-Chylus-Stämmchen führen, sich befinde.

Wenn nun auch nach Allem nicht wohl anzunehmen ist, daß das Fett nur auf einem Umwege, nehmlich durch die Blutcapillaren der Darmzotten in die Chylusgefäße gelangt, so ist deßwegen die Möglichkeit durchaus nicht ausgeschlossen, daß auch Fett, besonders in gelöster Form, als Glycerin und Seifen wenigstens theilweise in die Blutcapillaren der Darmzotte übergehe.

Der unmittelbaren Ueberführung des neutralen Fettes steht übrigens der Umstand entgegen, daß das mit wässeriger Flüssigkeit imbibirte Gewebe der Darmzotten dem Durchgang von Fetttröpfchen mechanische Schwierigkeiten entgegengesetzt, so daß wir bei endos-

motischen Versuchen nur durch beträchtliche Druckkräfte im Stande sind, geringe Mengen Fett durch die mit Wasser getränkten thierischen Häute durchzupressen. Da nun aber die Resorption neutraler Fette in Dünndarm und die unmittelbare Ueberführung derselben in das Innere der Darmzotten erwiesene Thatsache ist, so muß nothwendig eine Ursache vorhanden sein, welche die Schwierigkeit des Uebergangs von Fetttröpfchen durch die mit Wasser getränkten Membranen der Darmzotten beseitigt.

Wie schon früher bemerkt wurde, hat Brodie gefunden, daß die Chylusgefäße des Darmes nach unterbundenem ductus choledochus keinen weißen, sondern einen durchsichtigen Chylus enthielten, und weil nun die weiße Farbe des Chylus in den Anfängen der Chylusgefäße von resorbirtem Fette herrührt, so schloß er, daß ohne Galle kein Fett resorbirt werde. Wenn nun auch Lenz und Magendie das Gegentheil beobachteten, so mußten sie doch zugeben, daß die Zahl der weißgefüllten Chylusgefäße bei Abschluß der Galle viel geringer war, als bei Zufluß derselben. Bidder und Schmidt haben endlich diesen Streit entschieden, so daß es jetzt fest steht, daß die Fettaufnahme aus dem Chylus in die Chylusgefäße durch die Galle wesentlich unterstützt wird und ohne ihre Mitwirkung nur eine geringe Menge davon resorbirt wird. Diese beiden Beobachter fanden nehmlich, daß ein Hund, welcher im Normalzustande auf 1 ℔ Körpergewicht stündlich 0,465 Grm. resorbirte, nach Unterbindung des Gallenganges nur 0,21 Grm., und ein andermal sogar nur 0,09—0,06 Grm. Fett resorbirte.

Ebenso fanden dieselben Forscher im ductus thoracicus eines mit Fleisch gefütterten Hundes einen milchweißen Chylus, welcher 32 pr. m. freies Fett enthielt; bei Hunden dagegen, bei welchen längere Zeit Gallenblasen-Fisteln mit unterbundenem ductus choledochus bestanden hatten, war der Chylus nur opalescirend und enthielt in einem Falle nur 1,9 freies Fett.

Ueber die Art und Weise, wie die Fettresorption durch die Galle befördert wird, hat uns Wistinghausen durch seine Versuche wenigstens annähernd einigen Aufschluß gegeben. Er fand zunächst, daß Oel eine weit höhere Druckkraft erforderte, um es durch thierische Membranen zu treiben, als Wasser, und zwar um so mehr, wenn die Membran mit Wasser getränkt ist. Er fand ferner, daß eine Lösung von Galle so leicht durchgieng als Wasser,

und eine Kalilösung noch leichter als Wasser; den Grund des leichtern oder schwereren Durchtritts sucht er in der größern oder geringern chemischen Verwandtschaft der angewandten Flüssigkeit zur thierischen Membran. War jenseits der Membran eine Flüssigkeit, welche zum Oel eine chemische Verwandtschaft hatte, wie z. B. Kalilösung, so trat das Oel nicht nur leichter, sondern auch in größerer Menge hindurch; derselbe Fall trat auch ein, wenn jenseits eine Gallenlösung war, oder das Oel mit Galle emulsionirt wurde. Wistinghausen denkt sich nun den Vorgang der Fettabsorption mittelst der Galle auf folgende Weise: Jede thierische Membran, welche Flüssigkeiten durchläßt, enthält eine große Menge unsichtbarer, höchst feiner Poren, gleich sehr feiner und kurzer nebeneinander stehender Capillarröhrchen, durch welche die Flüssigkeit durchdringen kann. Nun hat die Galle eine Verwandtschaft zu jenen Röhrchenwänden, wird daher von ihnen angezogen und bildet also in jeder Röhre eine Flüssigkeitssäule. Weil das Fett durch Galle emulsionirt wird, so hat es eine mechanische Verwandtschaft zur Galle und deswegen steigt es in der Gallenlösung, welche die endosmotischen Poren ausfüllt, in die Höhe, wie man nach Funke auch wirklich sehen kann, wenn man von zwei Capillarröhrchen das eine innerlich mit Wasser, das andere mit einer Gallenlösung befeuchtet, daß das Oel in dem mit Galle befeuchteten 12—14mal höher steigt, als in dem andern. Diesem nach wäre es also die mechanische Verwandtschaft der Galle zum Fett, welche den Uebergang dieses Letztern in die Anfänge der Chylusgefäße befördert.

Mehrere Forscher sind der Ansicht, daß die Galle in neutralen Fetten keine chemische Veränderung hervorbringe, wogegen, wie schon weiter oben bemerkt wurde, Moleschott glaubt, daß die Galle durch ihren Gehalt an kohlensauren Alkalien, begünstigt von einer Temperatur von 38°, wohl im Stande sei, neutrale Fette zu verseifen; während derselbe Forscher, sowie auch Lenz und Bernard bewiesen haben, daß auch der Bauchspeichel durch seinen reichen Eiweißgehalt neutrale Fette sehr bald in Glycerin und Fettsäure überführe.

So viel geht nun jedenfalls aus den verschiedenen Versuchen hervor, daß die Fettresorption auf verschiedene Weise vor sich geht und es also nicht die Galle ausschließlich ist, welche dieselbe zu

Stande bringt. Immerhin scheint übrigens die Galle auf eine doppelte Weise die Fettabsorption zu befördern, und zwar erstens durch ihre mechanische Verwandtschaft zu den neutralen Fetten, wodurch sie diese Letztern in die Darmzotten überführt, und zweitens dadurch, daß sie durch ihren Gehalt an Alkali die Fettsäuren in lösliche Seifen überführt, was übrigens theilweise auch der Bauchspeichel und der Darmsaft vollbringt, sowie der Erstere auch im Stande ist, neutrale Fette in das lösliche Glycerin und Fettsäuren überzuführen.

Wenn wir nun auch annehmen müssen, daß der größte Theil des durch die Nahrung eingenommenen oder im Darmkanal aus stärkemehlhaltigen Substanzen bereiteten Fettes in die Chylusgefäße übergeführt wird, so geht doch aus dem Fettgehalt des Pfortaderbluts entschieden hervor, daß ein Theil des Fettes, obwohl der bei Weitem kleinere, in die löslichen Formen von Glycerin und Seifen übergeführt, auch von den Blutgefäßen des Darmkanals aufgenommen wird.

Bezüglich der quantitativen Verhältnisse der Fettaufnahme in den thierischen Organismus haben die verschiedenen Versuche hierüber das Resultat geliefert, daß jeder Organismus ein bestimmtes Quantum Fett aufnimmt, daß aber dieses Quantum nie überschritten wird, auch wenn noch so große Ueberschüsse im Darmkanal vorhanden sind.

Ueber die Resorption von Zucker haben uns namentlich die Versuche von Lehmann, Funke und Becker wichtige Aufschlüsse gegeben, wodurch zunächst die frühere falsche Ansicht, als werde diese so leicht lösliche Substanz im Darmkanal möglichst schnell resorbirt, widerlegt wurde, worauf übrigens zum Theil schon die bekannte Thatsache hinweist, daß ein nicht unbeträchtlicher Theil des genossenen und des im Darmkanal gebildeten Zuckers in organische Säuren, Milchsäure und Buttersäure, verwandelt wird, und daß man oft noch im untern Theile des Darmkanals unveränderten Zucker fand. Zudem ergab sich noch, daß das Diffussionsvermögen des Zuckers nicht so beträchtlich ist, als man früher glaubte, und schon sein hohes endosmotisches Aequivalent gegen eine zu schnelle Resorption spricht. Auf der andern Seite aber sprechen wieder Thatsachen dafür, daß nicht die ganze Quantität des im Darmkanal sich befindlichen Zuckers auch daselbst metamor-

phosirt wird, sondern ein nicht so unbeträchtlicher Theil davon unverändert ins Blut übergeht.

Funke, welcher Darmschlingen getödteter Kaninchen mit Zuckerlösungen von verschiedener Concentration füllte und die fest zugebundenen Schlingen in gewogene Mengen reines Wassers oder verdünnter Eiweißlösungen von der Concentration des Blutserums legte, fand, daß nach 6 — 12 Stunden beträchtliche Zuckermengen in die äußere Flüssigkeit übergetreten waren, und zwar doppelt und dreifach so viel, wenn die äußere Flüssigkeit eine verdünnte Eiweißlösung, als wenn sie reines Wasser war. Becker, welcher bei seinen Versuchen auch den Zuckergehalt des Bluts untersuchte, fand constant eine nicht unbeträchtliche Menge von Zucker im Blut, er mochte Zuckerlösungen in unterbundene Darmschlingen, oder durch den Schlund in den Magen bringen, wo in einzelnen Fällen so viel Zucker resorbirt wurde, daß sogar durch die Nieren unveränderter Zucker abgeschieden wurde, wodurch also die Thatsache, daß unveränderter Zucker vom Darm aus in die Säfte gelangt, feststeht.

Durch seine zahlreichen Versuche hat Becker die Zucker-Resorption sogar auf bestimmte Gesetze zurückgeführt und zunächst gefunden, daß um so größere Quantitäten Zucker in das Blut übergehen, je concentrirter die injicirte Lösung war; ferner, daß die Größe der resorbirenden Oberfläche nicht in genauem Verhältniß steht mit der Menge des absorbirten Zuckers, sondern bei derselben Menge injicirten Zuckers nicht mehr davon absorbirt wurde, wenn auch die Darmfläche größer war. Wie bei der Resorption der Peptone, zeigte sich auch hier wieder, daß die Resorption am lebhaftesten war in den ersten Stunden, in den folgenden aber beträchtlich abnahm, also die absorbirte Menge und die Dauer der Versuchszeit nicht in geradem Verhältnisse zu einander stehen.

Es ist also erwiesen, daß Zucker im Darmkanal resorbirt und durch Endosmose ins Blut übergeführt wird. Daß die aus dem Zucker im Darmkanal gebildeten organischen Säuren leicht und schnell resorbirt werden, geht schon aus ihrem großen Diffussionsvermögen hervor.

Da, wie früher auseinander gesetzt wurde, auch die anorganischen Bestandtheile der Speisen, Wasser und Salze, Nährstoffe sind, so müssen auch diese resorbirt werden, und ihre Resorption

erfolgt ebenfalls nach den Gesetzen der Endosmose, wie auch die zu Heilzwecken in den Darmkanal gebrachten Stoffe nach denselben physikalischen Gesetzen in das Blut gelangen. Wie leicht die Resorption von Wasser und löslichen Salzen vor sich geht, ist hinlänglich bekannt, nur beschränkt sich die Resorption dieser Stoffe nicht, wie bei den Fetten, auf ein für jeden Organismus passendes Quantum, sondern dieselben werden oft in Mengen resorbirt, welche den Bedarf des Körpers weit überschreiten, welche Ueberschüsse aber durch die Nieren und andere Ausscheidungsorgane eben so schnell wieder aus dem Blute entfernt werden, was um so nothwendiger ist, als nur hierdurch eine Ausgleichung zwischen dem Inhalt des Bluts und dem des Darmkanals verhütet werden kann, ohne welches jede Resorption unmöglich wäre; daher die Ausscheidungen durch Nieren und Haut bei dem Resorptionsprozesse eine sehr wichtige Rolle spielen. Bringt man in eine Darmschlinge eine mäßig concentrirte Kochsalzauflösung, so wird für die Aufnahme von Kochsalz in die Blutgefäße eine entsprechende Menge Wasser aus ihnen ausgeschieden, so daß nach einer Stunde das Volumen des Inhalts der Darmschlinge um das Drei- und Vierfache vermehrt ist. Funke hat auch die Resorptionsgesetze für das Kochsalz in unterbundenen Darmschlingen erforscht nnd gefunden, daß wie bei den Peptonen und beim Zucker mit der Concentration des injicirten auch das Resorptionsquantum wächst, daß aber, wie beim Zucker, die Absorptionsgröße mit der Dauer des Versuches nicht in geradem Verhältniß wächst, und also auch hier die Resorption in den ersten Stunden am lebhaftesten vor sich geht.

Der im Darmkanal bereitete und von den Chylusgefäßen aufgesogene Chylus ist eine etwas klebrige, süßlich-schmeckende, saamenartig-riechende und schwach alkalische Flüssigkeit, in der Regel von milch-weißer Farbe, welche mit der Lymphe vermischt vom ductus thoracicus in den venösen Blutstrom gelangt. An der Luft gerinnt er bald und trennt sich in einen, in der Regel weichen und leicht zerreißbaren Kuchen, an dem der Riechstoff des Chylus haftet, und in ein Serum, das klarer als der Chylus selbst ist, sich an der Luft aber bald trübt und ein aus Chyluskügelchen bestehendes Sediment fallen läßt. Er enthält zwei Eiweißkörper, nehmlich Eiweiß, das nach Nasse und Lehmann hier

an Natron gebunden ist (Natronalbuminat), und Faserstoff, welcher aber beim Gerinnen nicht so fest wird, wie der Faserstoff des Bluts. Wie wir gesehen, gelangen diese beiden Eiweißkörper nicht als solche vom Darme aus in den Chylus, sondern werden innerhalb der Chylusgefäße aus den resorbirten Peptonen gebildet; wie aber diese Umwandlung erfolgt, wissen wir nicht. Die durchschnittliche Menge des im Chylus eines Pferdes enthaltenen Eiweißes beträgt nach den Analysen von Nasse, Tiedemann und Gmelin 31,1 in 1000 Theilen; die des immer noch mit Fett und Chyluskörperchen verunreinigten Faserstoffs dagegen nur 3,14.

Nach Marcet und Prout wird durch eiweißreiche Nahrung der Faserstoff des Chylus und nach Lehmann auch der des Bluts vermehrt, während fettreiche Nahrung den Fettgehalt des Chylus vermehrt; doch kann nach Lenz die Aufnahme des Fetts in einer gegebenen Zeit eine bestimmte Grenze nicht überschreiten. Auch die als Seifen von dem Darmkanal in die Chylusgefäße übergegangenen Fette erscheinen hier neutral, und Moleschott weist auf den sehr wesentlichen Umstand hin, daß die aus dem Darmkanal in die Chylusgefäße überführten fettsauren Alcalien ihr Alcali an das im Chylus sehr alcalihaltige Eiweiß abgeben, wie auch die Asche des Chylusfaserstoffs nach Lehmann stark alcalisch ist.

Das größtentheils den Chyluskörperchen angehörige Chylusfett ist nicht crystallisirbar und beträgt nach einer Durchschnittsberechnung von verschiedenen Untersuchungen 17,5 in 1000 Theilen Chylus.

Unter den anorganischen Bestandtheilen des Chylus ist das Kochsalz vorherrschend, außerdem enthält er Chlorcalium, phosphorsaure und kohlensaure Alcalien, Erdsalze und etwas Eisen, so daß nach Moleschott sich als Mittel aus verschiedenen Untersuchungen bei verschiedenen Thieren für die alcalischen Salze 7,93, und für die Erdsalze 1,49 auf 1000 Theile herausstellt.

Da der Wassergehalt des Chylus durch Einfluß der Nahrung großen Schwankungen unterworfen ist, so muß auch die Analyse in dieser Beziehung verschiedene Resultate liefern; Moleschott fand als Durchschnittszahl aus 21 Analysen 928,96 in 1000 Theilen Chylus; ganz dasselbe ist auch der Fall in Beziehung auf die festen Bestandtheile des Chylus, und namentlich sind es die Eiweißkörper und Fette, deren Menge, wie wir oben gesehen, so

sehr von der Nahrung abhängt, so daß nach Prout und Marcet bei demselben Thiere der Serumgehalt im Verhältniß zum Kuchen bei rein vegetabilischer Nahrung um ein Dritttheil größer ist, als bei Fleischnahrung, wornach also der Chylus der Carnivoren ungleich mehr feste Bestandtheile enthält, als der der Herbivoren, weil Erstere ungleich mehr Eiweißstoffe und Fett genießen.

Tiedemann und Gmelin, sowie Lehmann fanden bei einem mit Stärkemehl gefütterten Thiere Zucker im Chylus; Lehmann sogar milchsaure Salze nach Genuß von stärkemehlhaltigen Stoffen, was allerdings der Ansicht Sandras, daß Zucker nur in die Blutgefäße und nie in die Chylusgefäße übergehe, widerspricht; allein die Möglichkeit ist doch gegeben, weil bei reichlicher stärkemehlhaltiger Nahrung der Bauchspeichel immer wieder neue Mengen Stärkemehl in Zucker überführt.

Was nun die Veränderung des Chylus auf seinem Wege vom Darmkanal ins Blut betrifft, so besteht diese, verschiedenen Forschern zufolge, hauptsächlich in Zunahme des Faserstoffs und des freien Eiweißes, in der Abnahme von Fett, der allmähligen Verseifung der neutralen Fette und der Bildung der eigentlichen Chyluskörperchen. Mehrere Forscher fanden den Chylus des ductus thoracicus reicher an Eiweiß, und namentlich an Faserstoff, als den der Darmchylusgefäße, weswegen auch Tiedemann und Gmelin die eigentliche Gerinnbarkeit des Chylus erst beobachteten, nachdem er durch die Lymphdrüsen hindurch gegangen war. Dieses vermehrte Auftreten von Fasserstoff kann nur auf Kosten des Eiweißes erfolgen, deswegen kann, wenn man nicht den Zusatz des Eiweißgehaltes der hinzugetretenen Lymphe mit in Anschlag bringt, eine eigentliche Vermehrung des Eiweißes nicht zugleich stattfinden, und nach Nasse beruht auch diese Vermehrung von Eiweiß nur in einer Zunahme von freiem, durch Zersetzung des Natronalbuminats entstandenen Eiweiß, dessen freigewordenes Alcali mit den neutralen Fetten Seifen bildet, so daß die Seifen die neutralen Fette immer mehr verdrängen, je weiter der Chylus vorwärts strömt.

Schon Müller beobachtete in den Darmchylusgefäßen sehr feine, aus Fett und einer eiweißhaltigen Hülle bestehende Molecule und außer diesen feinen noch größere Körnchen, die sich durch

Bindemittel zu Häufchen vereinigen. Da sich nun beim Weiterrücken des Chylus die Zahl dieser Körperchen stets vermehrt und zu deren Bildung immer noch mehr Fett verbraucht wird, so muß die Fettmenge im Chylus um so mehr abnehmen, je mehr er sich dem Blute nähert. Die vollendeten und in der Flüssigkeit suspendirten Chyluskörperchen sind in der Regel von runder Gestalt, farblos oder blaßweißlich, feinkörnig mit einem oder mehreren Körnchen, und ihre Größe beträgt nach Wagner 0,0033‴.

Den neuesten Untersuchungen zufolge ist die Beantwortung der bisher unentschiedenen Frage, ob die Bildung des rothen Blutfarbestoffs schon im Chylus beginne, so ziemlich dahin zu beantworten, daß dieser Blutfarbestoff im Chylus wenigstens theilweise gebildet werde. Verschiedene Forscher haben dargethan, daß der durch die messeraischen Drüsen hindurch getretene Chylus, nachdem er sich mit der Milzlymphe vermischt, rothe Blutkügelchen enthalte. Da nun nach Vauquelin, Schulz und Prout der Chylus von dem Austritte aus den messeraischen Drüsen an bis zum Uebergang ins Blut immer röther wird, und dieses nach Elsner selbst im unterbundenen ductus thoracicus erfolgt, und der Chylus, nach der Beobachtung von Reuß und Emmert, sogar, wenn er vorher farblos war, an der Luft immer röther wird, so ist wenigstens eine theilweise Farbstoffbildung in den Chylusgefäßen kaum mehr zu bezweifeln; und wenn dagegen andere Forscher, wie z. B. Nasse und J. Müller, keine Röthung des Chylus an der Luft beobachten konnten, so glaubt Moleschott den Grund davon darin zu finden, daß sich bei diesen Beobachtungen der Chylus nicht auf der rechten Entwicklungsstufe befand.

Auf der andern Seite haben freilich Lauth, Fohmann und Gerber zwischen den Chylusgefäßen und den Adern des Gekröses Verbindungen entdeckt, so daß also die Möglichkeit des Eindringens von rothen Blutkörperchen in die Chylusgefäße gegeben ist; allein der Umstand, daß auch im unterbundenen ductus thoracicus der Chylus sich röthete, läßt mit Bestimmtheit auf eine, wenigstens theilweise Bildung der rothen Blutkörperchen im Chylus schließen. Da nun der Chylus Eiweißkörper und Eisen enthält, und der Blutfarbestoff aus Stickstoff, Kohlenstoff, Wasserstoff, Sauerstoff und Eisen besteht, so sind nach Moleschott im Chylus alle Bedingungen erfüllt, welche die Bildung dieses Stoffs erfordert,

welcher dann, einmal gebildet, wahrscheinlich durch Endosmose von dem Körperchen aufgenommen wird.

Wir haben nun gesehen, wie der Chylus auf seinem Wege nach dem Blute diesem Letztern durch Vermehrung von Eiweiß und Faserstoff, durch Verseifung seiner Fette und besonders durch Bildung von rothen Blutkörperchen immer ähnlicher wird, trotzdem aber bleibt immer noch ein nicht unbedeutender Unterschied zwischen beiden, indem im Blute der Fasserstoff um das $1\frac{1}{2}$fache, das Eiweiß mehr als um das Doppelte, und die Blutkörperchen mehr als um das 20fache vermehrt sind; eben so enthält das Blut mehr Eisen, während im Chylus nur Spuren davon vorkommen; dagegen ist im Chylus das Fett um das Zehnfache, die Erdsalze um das Vierfache, sowie auch die Alcalisalze, das Kochsalz und das Wasser um etwas vermehrt. Nach Lehmann ist das Fett des Blutes fester als das des Chylus.

Der Uebergang von Chylus und Lymphe in das Blut wird durch das Lymph- und Chylusgefäßsystem vermittelt, welches mit seinen Wurzeln in allen Organen entspringt, zu kleinern und größern Aesten sich vereinigt und am Ende sich in zwei Hauptstämmen in die Venen ergießt. Die feinsten Anfänge der Chylusgefäße sind eigentlich nur in den Darmzotten erforscht, während die Anfänge der Lymphgefäße in den übrigen Organen und Geweben des Körpers noch weniger genau beobachtet wurden. Uebrigens ist es höchst wahrscheinlich, daß auch sie, gleich den Chylusgefäßen in den Darmzotten, mit blinden Enden beginnen und die Lymphe also auch auf endosmotischem Wege in diese Gefäße gelange.

Ueber den Bau der Lymphdrüsen, welche die Lymphe und der Chylus zu durchlaufen haben, haben uns erst die Untersuchungen von Ludwig, Noll, Heyfelder und Brücke nähere Aufschlüsse gegeben. Nach diesen Untersuchungen ist der Bau der Lymphdrüsen im Wesentlichen derselbe, wie der der Milz, wornach die eintretenden Lymphgefäße sich zunächst fein vertheilen, dann sich in ein Lacunensystem auflösen, in welchem Chylus und Lymphe stagniren und hier mit den zahlreichen Blutgefäß-Capillaren, welche diese Lacunen durchziehen, in Verkehr treten; aus diesen Lacunen sammelt sich die Lymphe wieder in die eigentlichen Lymphgefäße, welche im Innern der Drüse einen dicken Plexus bilden, zusammentreten und als Ausführungsgänge aus der Drüse treten.

Nach Kölliker und Brücke kann man an diesen Drüsen eine Rinden- und eine Marksubstanz unterscheiden, so, daß die einführenden Chylusgefäße und das Cavernensystem die Rinden-, der die Ausführungsgefäße zusammensetzende Lymphgefäßplexus aber die Marksubstanz bildet. Weil in der Rindensubstanz in gewissen Abständen von einander eine Anzahl aus Bindegewebe gebildeter Scheidewände nach Innen bringen, sich miteinander verbinden und so Alveolen bilden, so sieht diese Substanz wie ein zerklüftetes Fachwerk aus, und die Basen dieser Alveolen, welche der äußern Hülle zunächst liegen, erscheinen von Außen als sichtbare Körner — acini —. Jede dieser größern Alveolen ist nach Kölliker wieder in ein weiteres, zweites Fachwerk zerklüftet, indem ihr Inneres nicht nur von einem zarten Blutgefäßgerüste durchwoben, sondern auch noch ein Netzwerk feinster Fäserchen darin ausgespannt ist, und in den Maschen dieses zarten Netzwerkes findet man den, aus den zuführenden Gefäßen frei in das Cavernensystem ergossenen Chylus oder Lymphe, welche dann, nachdem sie hier mit dem in dem Blutgefäßgerüste enthaltenen Blute in Verkehr getreten, durch die in den Alveolen beginnenden Ausführungsgänge wieder austritt.

Die in der Marksubstanz zu einem dichten Plexus verbundenen und vielfach anastomirenden Lymphkanälchen sind reichlich von Blutgefäßen umsponnen, werden durch ein Bindegeweb zusammengehalten und gehen unmittelbar in die Ausführungsgänge über.

Das fast an Stagnation grenzende langsame Fließen des Chylus und der Lymphe in diesen Lymphdrüsen wird, wie Funke richtig bemerkt, dadurch bedingt, daß dieselben in Hohlräume ergossen werden, also in ein beträchtlich erweitertes Flußbett gelangen, wo sie nothwendig langsam fließen müssen. Da nun diese hohlen Räume von zahlreichen, feinen Blutgefäßen durchzogen sind, so müssen jene Säfte in unmittelbare Berührung mit den dünnen Wandungen dieser Blutgefäße kommen, und hier erfolgt dann durch Endosmose ein Austausch zwischen Blut, Chylus und Lymphe, wodurch, wie es scheint, in Chylus und Lymphe vorzugsweise die Zellenbildung befördert wird, wie auch nach Kölliker die große Mehrzahl der Chyluskörperchen und Lymphkörperchen in den Lymphdrüsen gebildet wird. Auch Funke ist der Ansicht, daß in den Lymphdrüsen aus dem Material des Chylus und der Lymphe auf

der einen, und der Beihülfe des Bluts auf der andern Seite der schon vorher in den feinern Gefäßen begonnene Zellenbildungsprozeß gefördert werde und führt als Beweise hiefür folgende Thatsachen an: Erstens ist es hinlänglich erwiesen, daß Chylus und Lymphe nach dem Durchgang durch die Drüsen an organisirten Formbestandtheilen viel reicher, an formloser Molecularmasse dagegen viel ärmer sind, als vor ihrem Eintritt in dieselben. Zweitens kommt nach Virchow und Bennet bei allgemeiner Hypertrophie der Lymphdrüsen, selbst bei ganz normaler Milz, ein solcher Ueberschuß an Lymphkörperchen vor, daß dieselben, ähnlich wie bei Milztumoren, im Blute nicht hinlängliches Material zu ihrer Umwandlung in rothe Blutkörperchen finden können. Ist nun die Produktion dieser Gebilde in den Lymphdrüsen in ihrem hypertrophischen Zustande so abnorm vergrößert, so kann man doch mit Recht schließen, daß die Bildung dieser Lymphkörperchen auch im normalen Zustande hauptsächlich in diesen Drüsen vor sich gehe.

Wie wir weiter oben gesehen, besteht unter Anderm die Veränderung des Chylus bei seinem Durchgange durch die Chylusgefäße und Drüsen auch darin, daß der Faserstoff und das freie Eiweiß in demselben vermehrt wird; da nun die gleichzeitige Vermehrung dieser beiden Stoffe ohne weitern Zufluß des einen oder des andern aus dem Grunde physiologisch nicht wohl denkbar ist, weil das Fibrin aus dem Eiweiß durch Oxydation entsteht, so kann man wohl annehmen, daß bei dem Austausch zwischen Chylus, Lymphe und dem Blute in den Cavernen der Lymphdrüsen auch Eiweiß aus dem Blute in diese Säfte übertrete, da der Uebertritt von Faserstoff, seiner schwereren Durchdringlichkeit durch thierische Membranen wegen, weniger wahrscheinlich ist.

Wie wir wissen, fließt Chylus und Lymphe in einem, zwar langsamen, aber doch ununterbrochenen Strome von der Peripherie durch die Chylusgefäße und Drüsen dem ductus thoracicus zu und durch diesen in das Venenblut. Da aber hier nicht, wie beim Blutstrom, ein Pumpwerk (das Herz) vorhanden ist, und ein solches Lymphherz nur bei einigen niedern Thieren zu treffen ist, beim Menschen und den meisten Thieren aber fehlt; so müssen hier andere Kräfte wirken, welche diese stäte Strömung von Chylus und Lymphe bedingen. Ludwig, Noll und Donders haben durch ihre Versuche und Beobachtungen wenigstens einiges Licht in das

Dunkle dieses Hergangs gebracht. Daß die den Chylus fortbewegende Kraft von der Peripherie aus wirkt, ist zwar schon länger durch die Thatsache erwiesen, daß bei Unterbindung eines Lymphgefäßes der peripherische Theil strotzend voll wird, während sich der centrale entleert. Ebenso ist es erwiesen, daß die Lymphe nicht, wie man früher annahm, durch peristaltische Contractionen der Muskeln der Wandungen der Lymph- und Chylusgefäße fortgeschoben werde. Zunächst kommt hier in Betracht, daß die Chylus- und Lymphgefäße schon in ihren feinsten Aesten zahlreiche, centripetal gestellte Klappen haben, welche, gleich den Venenklappen, jede Rückströmung ihres Inhalts unmöglich machen. Wenn nun Muskeldruck, oder andere hier einwirkende Momente eine solche Rückströmung wirklich veranlaßt, so fängt sich der Inhalt dieser Gefäße in deren Taschen, häuft sich an und dehnt die Wände aus, so daß die Lymphgefäße fast immer in einem gewissen Grade überfüllt sind und die in ihnen enthaltene Flüssigkeit einen Seitendruck auf die Gefäßwände ausübt, welcher dieselben vermöge ihrer elastischen Beschaffenheit ausdehnt. Hört nun der die Rückströmung bedingende Druck auf, so wirkt nach Noll die elastische Beschaffenheit der Wände, wodurch der Inhalt vorwärts getrieben wird. Daß also der Druck der angränzenden Muskeln zur Lymphströmung beiträgt, ist demnach nicht zu bestreiten. Nach Donders wird ferner durch die In- und Exspiration die Lymphbewegung, und besonders das Einströmen der Lymphe in das Venenblut befördert, wogegen Noll, welcher bei seinen Beobachtungen fand, daß die Manometersäule in den Halslymphgefäßen bei der Exspiration stieg, bei der Inspiration sank, der Ansicht ist, daß durch In- und Exspiration in der Lymphströmung nur Schwankungen entstehen, die sich gegenseitig aufheben. Nach Donders soll aber jede Inspiration den Druck, unter welchem der ductus thoracicus in der Brusthöhle steht, verringern und ihn also mehr anfüllen, während die gleichzeitige Druckverminderung in der vena subclavia das Einströmen des Chylus in das Blut befördert. Mit Recht wendet übrigens Funke dagegen ein, daß der ductus thoracicus auch während der Ausathmung noch unter geringerm Druck stehe als dem der Atmosphäre, so daß auch diese noch eine saugende Wirkung ausübe.

Brücke, sowie nun auch Andere, haben an den Darmzotten

Muskelfasern entdeckt und die Zusammenziehung der Zotten durch diese Muskelfasern in der neuesten Zeit auch bei Menschen nachgewiesen, wodurch nun, wenn sich diese Zotten während der Absorption des Chylus aus dem Darmkanal periodisch zusammenziehen, der größte Theil des darin befindlichen Chylus in die tiefer gelegenen Chylusgefäße getriebeu werden muß, welcher, selbst bei wieder erschlafften Zotten, wegen der Klappen nicht wieder zurücktreten kann, während dann die nächstgelegenen Muskellagen durch ihre Contractionen diesen Chylus immer weiter und so in die Mesenterialgefäße treiben. Hiezu bemerkt nun Funke, daß dadurch allerdings die Bewegung des Chylus in den von den Darmzotten ausgehenden Chylusgefäßen erklärlich sei, die identische Bewegung der Lymphe aber in den übrigen Organen, wo keine solche Muskelfasern sind, dabei unerklärt bleibe. Weil nun weder der von Ludwig und Noll angeführte Druck, unter welchem die Parenchymflüssigkeit (aus dem die Lymphgefäße auffsaugen) in den Geweben steht, noch die chemische Verwandtschaft, welche den Austausch zwischen zwei Flüssigkeiten auf endosmotischem Wege bewirkt, die Ursache der Lymph- und Cyylusströmung sein kann, so sucht Funke dieselbe in dem Einfluß der Nerventhätigkeit und beruft sich hiebei auf die von Ludwig erwiesene Abhängigkeit der Speichelsecretion von der Nerventhätigkeit, indem er sagt: „Wie aus den Gefäßen der Speicheldrüsen auf Reitzung ihrer Nerven jedesmal Flüssigkeit mit bedeutender Druckkraft durch die secernirende Membran nach Außen tritt, so liegt eben so gut der Gedanke an eine analoge Nervenaffection bei dem Eintritt der Lymphe in die Lymphwurzelgefäße nahe“, bemerkt aber gleich darauf, daß mit dieser Annahme ein neues, schwer zu lösendes Räthsel in Aussicht gestellt sei, und hebt den Gedanken hervor, daß bei der Auffsaugung der Lymphe mit Hülfe der Nerven elektrische Kräfte im Spiele seien, weil durch Reitzung eines Nerven dessen elektrisches Verhalten geändert und der Nervenstrom im thätigen Nerven wesentlich modificirt werde, so müssen auch in denjenigen Organen, in welche der Nerven sich verbreitet, elektrische Veränderungen vor sich gehen, wie man es am deutlichsten in den Muskeln sieht, und diese können möglicherweise bei der Auffsaugung der Lymphe eine Rolle spielen.

Wie wir wissen, vereinigt sich im Lymphgefäßsystem mit dem Chylus auch die Lymphe, so daß beide vereint in den venösen

Blutstrom gelangen. Diese Lymphe entsteht durch den Uebergang der in den Geweben nicht verbrauchten Blutstoffe in die Lymphgefäße, wobei auch zugleich theilweise die in den Geweben gebildeten Ausscheidungsstoffe mit übergehen, obwohl der größte Theil dieser Gewebeschlacken von den Adern unmittelbar aufgenommen wird. Dieser Entstehung zufolge enthält also die Lymphe außer einigen Erzeugnissen der Rückbildung, die noch nicht genau untersucht sind, auch Eiweißstoffe und Fett, nur in kleinerer Menge als der Chylus, ebenso anorganische Bestandtheile, unter welchen namentlich das Kochsalz vorherrscht, neben diesem phosphorsaure Alcalien, kohlensaures Alcali, und nach Nasse namentlich auch schwefelsaure Salze sogar in größerer Menge als das Blut, die nach Moleschott offenbar als Endprodukt der Rückbildung eiweißartiger Stoffe zu betrachten sind. Der Umstand, daß der Gehalt an Erdsalzen in der Lymphe viel kleiner ist, als im Blute, erklärt sich nach Moleschott dadurch, daß die phosphorsauren Erden, als die wichtigsten anorganischen Gewebebildner, größtentheils in den Geweben zurückbleiben. Eisen scheint mehr ein zufälliger Bestandtheil der Lymphe zu sein, da bei mehreren Analysen nichts, bei andern nur Spuren davon zu entdecken waren.

Da die Lymphe, abgesehen von den in ihr enthaltenen verbrauchten Gewebebildnern, derjenige Theil der Blutflüssigkeit ist, welcher zum Zweck der Ernährung in die einzelnen Organtheile zwar secernirt, aber für die Ernährung nicht verwendet wurde, und welcher, um wieder in die allgemeine Blutmasse zurückgeführt zu werden, von den überall in den Zwischenräumen der Organtheile vorkommenden Lymphgefäß-Netzen aufgenommen wird, so ergibt sich die Identität der Lymphe mit dem flüssigen Theile des Blutes von selbst, und Nasse hat daher vollkommen Recht, wenn er die Lymphe als eine verdünnte Blutflüssigkeit erklärt, in welcher die löslichen Salze und die Extractivstoffe über Fett und Eiweiß vorherrschen.

Weil die Erzeugnisse der Rückbildung sonst durch Endosmose unmittelbar in die Venen übergehen, der von den Lymphgefäßen aufgenommene Theil aber nur sehr klein ist, so kann der Hauptzweck der überall in den Zwischenräumen der Organtheile vorkommenden Lymphgefäß-Netze hauptsächlich nur der sein, die für die Ernährung nicht verwendeten Blutstoffe zum Zweck einer neuen

Verwendung wieder in die Blutmasse zurückzuführen, und wenn auch nach dem Gesetze der Endosmose außer den Bestandtheilen des Nahrungssaftes noch ein Theil der in den Geweben gebildeten Ausscheidungsstoffe in die Lymphgefäße mit übertritt, so wird es, wie Moleschott glaubt, Niemand einfallen, die Saugadern als von der Natur gebaute Abzugskanäle zu betrachten, welche die Schlacke der Gewebe zu entfernen und dem ductus thoracicus zuzuleiten haben. Ohne, wie sich Moleschott ausdrückt, mit dem eitlen Tande von Zweckmäßigkeits-Begriffen zu spielen, wird jeder richtig denkende Physiologe die Wiederaufnahme der nicht verbrauchten Blutstoffe zum Zweck einer neuen Verwendung für den Hauptzweck des Daseins der Saugadern halten. Wer überhaupt nicht überall in der Natur, ganz besonders aber im thierischen Organismus, in jedem Knochen, jedem Muskel, jedem Bande, jedem Nerven und jedem Organe die höchste, und wahrhaft zu bewundernde Zweckmäßigkeit sieht, der sieht nicht mit offenen Augen, oder will nicht sehen, und Moleschott wird mir nie weis machen, daß ein Denker, wie er, von dieser höchsten Zweckmäßigkeit nicht aufs Vollkommenste überzeugt ist; allein die Teleologie verträgt sich nun ein- für allemal nicht mit dem Materialismus, also fort mit ihr, der Zweck muß auch hier die Mittel heiligen.

---

# II. Blutbildung.

Nachdem nun die dem Organismus von Außen als Nahrungs=mittel zugeführten Stoffe auf dem langen Wege vom Anfange des Darmkanals bis ins Blut die im Bisherigen genau bezeichneten Stufen der Verähnlichung überschritten und ins Blut gelangt sind, haben sie noch die letzte und höchste Stufe zu erreichen, nehmlich die Verwandlung in arterielles Blut, welche durch Aufnahme von Sauerstoff vollbracht wird.

Das Blut selbst ist jene Flüssigkeit, welche alle zur Bildung der Gewebe und Organe des thierischen Körpers nöthigen Stoffe enthält; es ist der Boden, aus dem sich alle Theile des Körpers entwickeln, zugleich die Hauptquelle der thierischen Wärme, und seine Kanäle sind die Wege, auf denen nicht nur die Stoffe der Anbildung den Geweben, sondern auch die Stoffe der Rückbildung, die Produkte des Stoffwechsels, den Secretions=Organen zugeführt werden, daher nimmt die Blutbildung in der Entwicklungsgeschichte der Nahrung die höchste Stelle ein.

Bezüglich der Zeit, innerhalb welcher der ins Blut gelangte Chylus vollständig in Blut umgewandelt wird, glaubte früher Autenrieth, daß hiezu 10—12 Stunden erforderlich seien, da man innerhalb dieser Zeit das Serum noch häufig milch=weiß treffe; neuern Beobachtungen zufolge sah man aber schon nach ein paar Stunden nach der Mahlzeit die farblosen Zellen, aus denen die farbigen Blutkörper sich bilden, vermehrt und nach 7—8 Stunden ist die Umwandlung ganz beendigt. Es bilden sich als erste Formbestandtheile zuerst farblose, dann farbige Blutzellen, und zwar um so leichter und schneller, als das Blut alle zur

Bildung von Kernen und Zellen erforderlichen Stoffe, nehmlich Eiweiß, Fett, Zucker und Salze, aufgelöst enthält.

Daß die sogenannten Blutgefäß-Drüsen, Milz, Nebennieren, Schild- und Thymus-Drüse bei der Blutbildung eine Rolle spielen, ist höchst wahrscheinlich, indem entweder die von ihnen abstammende Lymphe bei der Chylification und Blutbildung mitwirkt, oder indem dieselben dem durch sie strömenden Blute irgend eine materielle Veränderung ertheilen, was auch aus den Beobachtungen von Beilard, Ecker, Kölliker und Moleschott hervorgeht, da nach Beilard das Milzvenenblut in Folge von gesteigerter Aufnahme von Sauerstoff mehr Fibrin enthält, dagegen weniger Blutkörperchen als das Blut der übrigen Blutgefäße, und wirklich hat Kölliker den Untergang von Blutkörperchen im Milzvenenblut nachgewiesen, welcher Ansicht Moleschott in soferne huldigt, als er in der Milz von Fröschen Formen von Blutkügelchen, Zellen und Körnchenhaufen fand, woraus doch hervorgeht, daß das durch die Milz strömende Blut eine materielle Veränderung erleidet.

Bei der nähern Betrachtung dieser Blutgefäß-Drüsen finden wir im Wesentlichen Folgendes:

Was zunächst den Bau der Milz betrifft, so besteht dieselbe wirklich aus einem cavernösen Gewebe, dessen Cavernen die Venenräume sind, in welche sich das durch die Milzarterie zugeführte Blut aus den Capillaren ergießt. Durch diese Cavernen wird nun, ähnlich wie bei den Lymphdrüsen, das Flußbett enorm erweitert, wodurch die Schnelligkeit des Blutstroms beinahe bis zur Stagnation verlangsamt wird. In diesen Hohlräumen kommt nun das beinahe stagnirende Blut mit den sogenannten malpighischen Bläschen, den specifischen Milzgebilden, und den Lymphgefäßen in unmittelbare Berührung und erleidet so die der Function der Milz entsprechenden Veränderungen, wodurch in den Lymphgefäßen, und namentlich in den Anfängen derselben, den malpighischen Körperchen, dann die Milzlymphe erzeugt wird.

Die Lymphgefäße der Milz sind theils oberflächliche, welche an der Oberfläche der Milz aus deren Parenchym heraustreten, theils tiefe, welche neben den Arterien in das Parenchym hineintreten und bei ihrem Wiederaustritt sich am Hylus mit den oberflächlichen vereinigen, nach dieser Vereinigung durch mehrere kleine

Drüsen hindurchgehen und mit einem oder mehreren kleinen Stämmen sich in den ductus thoracicus ergießen.

Die innerhalb der Milz in deren Cavernen befindliche Blutflüssigkeit zeigt nach Funke folgende Elemente unter dem Mikroskop: 1) Farbige Blutkörperchen von verschiedener Größe. 2) Farblose Blutkörperchen in außerordentlicher Menge, welche von verschiedener Größe sind und theils einen einfachen, theils mehrfache Kerne enthalten. Neben diesen farblosen Blutkörperchen findet man nach Funke constant eine gewisse Anzahl kleiner, unlöslicher Körperchen, die er als freie Kerne bezeichnet. 3) Blasse, spindelförmige Zellen mit rundlichem Kerne, welche übrigens Funke für losgestoßene Zellen des Epitheliums der Venenräume hält. Neben diesen findet man bisweilen auch doppelt so große Zellen, als die farblosen Blutkörperchen sind und noch kleine, runde, glänzende, theils farblose, theils schwach gelbgefärbte Körperchen, die nach Funke in Essigsäure löslich sind, und die von Ecker und Kölliker als Kernchenzellen bezeichnet werden.

Zuweilen findet man auch Blutkörperchen haltende Zellen, worüber Funke sagt: daß man zuweilen in der Milzpulpa eine Anzahl rother Blutkörperchen in einen Haufen zusammengeballt und durch eine Zwischensubstanz innig verklebt finde, wie man auch solche Häufchen von mehreren Blutkörperchen trifft, die von einer gemeinschaftlichen membranösen Hülle umschlossen sind.

Neben diesen Zellen, welche unversehrte Blutkörperchen enthalten, trifft man nun auch solche, welche unregelmäßig geformte, verschrumpfte, braun oder braungelbgefärbte Blutkörperchen, und wieder andere, welche gelbe, braune oder schwärzliche Körperchen von verschiedener Größe enthalten, die man nicht mehr für Blutkörperchen halten kann, wie man in der Milzpulpa auch freie, nicht in Zellen eingeschlossene, eingeschrumpfte Blutkörperchen und verschieden veränderte Pigmentkörperchen trifft.

Scherer, welcher den aus der Milz ausgepreßten Saft, der neben etwas Lymphe wesentlich aus Blut bestand, auch chemisch untersuchte, fand außer einem stickstoffhaltigen Körper, den er Lienin (Hypoxanthin) nannte, kohlenstoffreichen Pigmenten und einem eisenreichen Eiweißkörper noch andere Rückbildungsstoffe, nehmlich Harnsäure, Milchsäure, Essigsäure, Ameisensäure, Buttersäure, sowie essigsaures und milchsaures Eisen.

Das aus der Milz abfließende Venenblut zeigt ungefähr dieselben Formen, wie das vorige, zeichnet sich aber nach **Kölliker** und **Funke** dadurch aus, daß es in überraschend großer Menge farblose Blutzellen enthält, welche größtentheils nicht einzeln zerstreut getroffen werden, sondern zu großen, rundlichen Haufen, in welche hie und da auch rothe Zellen eingeschlossen sind, zusammen verbunden. Die einzelnen Körperchen sind von verschiedener Größe und enthalten entweder einen einfachen runden Kern oder mehrere Kerne. Pigmentkörnchen = Zellen, freie Pigmentkörnchen oder verschrumpfte Blutzellen fand **Funke** im Milzvenenblute nie, auch zeichnen sich nach letzterem Forscher die rothen Blutzellen dieses Blutes durch die leichte Krystallisirbarkeit ihres Inhaltes aus.

Den ungünstigen Resultaten **Beclards** gegenüber hat namentlich **Funke** das Milzvenenblut einer chemischen Analyse unterworfen und dasselbe mit dem der Milz zuströmenden Arterienblut verglichen, wobei sich herausstellte, daß die einzige constante Differenz zwischen dem in die Milz einströmenden und dem aus ihr abfließenden Blute darin besteht, daß letzteres an Fibrin viel ärmer ist, als ersteres, so, daß das Milzvenenblut oft nur Spuren davon enthält, wornach also in der Milz, wie in der Leber, eine gewisse Menge Fibrin aus dem Blutplasma verschwindet. Obwohl **Funke** die quantitativen Verhältnisse der Bestandtheile beider Blutarten in einzelnen Fällen sehr verschieden fand, so zeigte sich ihm fast keine einzige dieser Differenzen constant, so daß z. B. das Einemal das Eine reicher an Zellen war, das Anderemal das Andere, welcher Wechsel sich für alle übrigen Bestandtheile der Zellen und des Plasmas wiederholte, und nur die Beobachtung, daß in der Milz ein kleiner Theil der vorher den Blutzellen angehörigen Salze an die Intercellular = Flüssigkeit übergieng, machte er constant. Die quantitative Zusammensetzung des Milzvenenblutes fand er ebenfalls nicht wesentlich verschieden von der des andern Bluts, und bezeichnete als negatives Resultat seiner Untersuchungen nur den Umstand, daß er im Gesammtblut weder das von **Scherer** in der Milzflüssigkeit gefundene Hypoxanthin, noch Harnsäure fand, sowie im Serum kein Eisen und kein Pigment, und daß das Milzvenenblut nicht sauer, sondern alkalisch reagire. Bemerkt muß übrigens noch werden, daß diese Untersuchungen der kleinen

Mengen dieses Milzvenenblutes wegen nicht erschöpfend angestellt werden konnten.

Bezüglich der Function der Milz weiß man eigentlich nur mit Bestimmtheit, daß das Blut in der Milz verändert wird; ob aber diese Veränderung in einer Neubildung oder in einer Zerstörung der Blutzellen besteht, ob also die Milz ein Anbildungs- oder ein Rückbildungsorgan ist, darüber herrscht in der gegenwärtigen physiologischen Welt noch ein Streit. Kölliker und Ecker, sowie überhaupt die Mehrzahl der Physiologen, halten die Milz nur für ein Rückbildungsorgan; Andere, wie Schaffner, Gerlach und namentlich Funke, glauben, daß die Function der Milz in Neubildung bestehe. Mit vollkommenem Recht macht namentlich Funke darauf aufmerksam, daß es sehr zweifelhaft sei, ob es überhaupt ein besonderes Organ gebe, welches ausschließlich zur Rückbildung der Blutzellen bestimmt ist. Daß die Blutzellen und ihr Inhalt in einem ununterbrochenen Verkehr mit dem Plasma in steter Umwandlung begriffen sind und ihre physiologische Function lediglich in dieser Umwandlung besteht, deren Resultat ihr Untergang ist, ist durch Beobachtungen und Versuche hinlänglich bewiesen. Ebenso erwiesen ist es, daß diese Umwandlungen überall im Gefäßsystem statt finden, es gehen daher überall Zellen zu Grunde. Da man im kreisenden Blute keine freien Pigmente kennt, und nach Virchow alle Pigmente des Körpers aus Blutzellenfarbstoff hervorgehen, so muß man annehmen, daß überall, wo Pigment gebildet wird, auch Blutkörper untergehen.

Wie über die Function der Milz überhaupt, so herrscht natürlich auch eine sehr verschiedene Ansicht über die obenbezeichneten Formbestandtheile, welche in den Säften dieses Organs gefunden wurden. Was nun zunächst die blutkörperhaltigen Zellen betrifft, so werden diese von Einigen für wirkliche Mutterzellen gehalten, während sie Andere für Zellen ansehen, die sich um ausgebildete Blutkörperchen bilden, worin diese sich zu Pigment-Haufen reduciren. Sanderson gibt den Untergang der eingeschlossenen Blutkörperchen in diesen Zellen zu, hält aber diese selbst nur für pathologische Produkte der Milz, welche Ansicht auch Funke theilt, indem er sich dahin ausspricht, daß diese Zellen nur zufällige Elemente der Milz, pathologische Produkte in Folge einer mehr als normalen Stagnation des Blutes in diesem Organe seien, da

ihrer physiologischen Bildung der Umstand widerspreche, daß sie besonders in der Milz gewisser Thiere so selten vorkommen, während auf der andern Seite ihr constantes Vorkommen im extravisirten Blute anderer Organe dieselben als ein Produkt pathologischer Rückbildung in dem außer Circulation gesetzten Blute innerhalb lebender Gewebe bezeichne, wie auch wirklich in den Milzcavernen das Blut, wenn auch nur auf kurze Zeit, gleichsam außer Circulation gesetzt wird. Diese Zellen sind also so wenig, wie die im Milzblute enthaltenen Körnchenzellen Mutterzellen junger Blutkörperchen. Wenn man nun annimmt, daß in diesen beiden Arten von Zellen Blutkörperchen zu Grunde gehen, so liegt auch die von Funke aufgestellte Frage nahe, ob nehmlich solche Zellen wirklich um Blutkörperchen gebildet werden, um diese zu zerstören, wornach also die Blutkörperchen mit der Entstehung dieser Zellen in ursächlichem Zusammenhang stünden, oder ob die Blutkörperchen nur zufällig in diese Zellen gelangen, und nur deswegen zu Grunde gehen, weil sie zufällig in sie hinein geriethen?

Nach Virchow läßt sich der Widerspruch einer Bildung von Zellen um fertige Blutkörperchen, wobei durch das Dasein der letztern die Zellenbildung nothwendig bedingt wird, nicht lösen, und Funke bemerkt weiter, daß so gut an andern Orten sogar Nervenstückchen in analogen Zellen beobachtet wurden, von denen gewiß Niemand behaupten kann, daß sie deswegen erzeugt worden, um Nerven zu Grunde zu richten; eben so gut können auch die in Menge in der Milzpulpa sich bildenden Zellen auf zufällige Weise Blutkörperchen enthalten; daß diese zufällig in diese Zellen eingeschlossenen Blutkörperchen darin verschrumpfen und zerfallen, ist nicht anders denkbar, weil dadurch die Bedingung der Vegetation einer Blutzelle, nehmlich der Wechselverkehr mit einer Intercellularflüssigkeit von bestimmter Constitution aufgehoben ist.

Nach meinem Dafürhalten sind also Gründe genug vorhanden zu der Annahme, daß diese blutkörperchenhaltigen Zellen nur pathologische Produkte der Milz sind und das Einschließen der Blutkörperchen durch diese Zellen nur zufällig, das Zugrundegehen der so eingeschlossenen Körperchen aber nothwendig ist. Nirgends im Organismus finden wir eine Zellenbildung, welche die Zerstörung der Gewebselemente bezweckt.

Was am meisten für die Ansicht, daß der Hauptzweck der Funktion der Milz Neubildung ist, spricht, ist, wie Funke gewiß richtig bemerkt, das Auftreten der zahllosen neugebildeten farblosen Blutzellen und die Beschaffenheit der aus der Milz austretenden rothen Blutzellen. Das Vorkommen dieser farblosen Zellen im Milzvenenblute wurde auf der einen Seite constant beobachtet, während auf der andern ebenso constant Uebergangsformen von farblosen Blut- oder Lymphkörperchen zu farbigen beobachtet wurden, so, daß man Gründe genug hat, die farblosen Zellen des Milzvenenblutes als embryonale Entwicklungsstufen zu betrachten, wofür übrigens noch die von Virchow beobachtete und mit dem Namen „Leukämie" bezeichnete Blutanomalie spricht, indem nehmlich dieser Forscher fand, daß bei chronischen Milztumoren diese farblosen Körperchen sich in ungeheurer Menge im Blute anhäufen, was bei dieser Vergrößerung der Milz nicht in dem Maaße erfolgen könnte, wenn die Bildung dieser Körperchen nicht schon zur Funktion der normalen Milz gehörte. Eine Vergrößerung der Milz muß also auch mit einer Vermehrung ihrer Produkte, nehmlich der farblosen Zellen, verbunden sein, und weil in einem solchen Falle die Menge dieser Zellen zu groß ist, um auf normale Weise in farbige Blutzellen umgewandelt zu werden, so müssen sie sich nothwendig im Blute anhäufen.

Wie Lehmann die kleinen, rothen, starkgefärbten Zellen im Leberblute für junge, neugebildete Blutzellen hält, ebenso kann man auch die in der Milz vorkommenden, gleichbeschaffenen Zellen für neugebildete Blutkörperchen halten, und zwar um so mehr, als, wie ich oben schon bemerkte, Uebergangsformen von farblosen Körperchen in farbige in der Milz constant beobachtet werden.

Bezüglich des Materials, aus welchem diese Körperchen gebildet werden, ist, wenn wir auch annehmen, daß die ältern, der Milz zugeführten Körperchen einen Theil ihres Inhalts dazu abgeben, das wirklich auffallende Verschwinden des Faserstoffs in der Milz in dieser Beziehung doch von Belang.

Einen weitern Beweis für die Neubildung farbiger Zellen in der Milz sucht Funke in dem Vorkommen solcher Körperchen in den malpighischen Bläschen. Man mag, sagt er, diese als geschlossen, oder als Anfänge von Lymphgefäßen betrachten, farbige Körperchen darin können nur in ihnen entstanden sein.

Wenn nun auch einzelne Forscher, wie z. B. Lehmann, die von Scherer in der Milzflüssigkeit auf chemischem Wege gefundenen Rückbildungsstoffe, wie Hypoxanthin, Harnsäure ꝛc. als den sprechendsten Beweis dafür anführen, daß die Milz ein Rückbildungsorgan sei, so kann man dagegen füglich sagen, daß man wohl überall im ganzen Körper die neuesten Produkte der Anbildung und der Rückbildung mehr oder weniger neben einander treffen kann, da die zerfallenden Formbestandtheile gleich wieder durch neue ersetzt werden; wie schnell dieses vor sich geht, davon liefern uns die Versuche von Scherer und Müller, die ich bei der Rückbildung später noch anführen werde, den klarsten Beweis; Scherer fand nehmlich im Herzmuskel Hypoxanthin, einen Rückbildungsstoff, welcher nur eine höhere Oxydationsstufe der Harnsäure ist, während Müller neben diesem Hypoxanthin als die jüngsten Entwicklungsstufen junge, zu sehr schmalen Bündeln vereinigte Muskelfasern beobachtete. Diese von Scherer in der Milzflüssigkeit gefundenen Rückbildungsstoffe sind also eine nothwendige Folge der Anbildung und des Stoffwechsels überhaupt und in unserer Frage also nicht beweisend, weil, wie ich so eben gezeigt, jede Gewebebildung aus plastischen Stoffen mit einer theilweisen Ausscheidung der der Rückbildung angehörenden Stoffe verbunden ist.

Diesem Allem nach kann man daher mit vollem Rechte die Bildung farbloser und farbiger Blutkörperchen für die Hauptfunktion der Milz erklären. Der Umstand, daß das so verjüngte Blut der Milz nicht direct der Blutmasse zugeführt wird, sondern zuvor noch die Leber durchströmen muß, läßt der Vermuthung Raum, daß ein Theil der farblosen Milzkörperchen erst in der Leber in farbige umgewandelt wird, obwohl dieses nur von einem geringen Theil derselben angenommen werden kann, da, wie wir später sehen werden, das Pfortaderblut nur eine kleine Anzahl dieser Körperchen enthält.

Die Thymusdrüse, welche in spätern Lebensjahren allmählig verschwindet, nachdem sie in einer sehr frühen Epoche des Embryonallebens entstanden und ihre höchste Entwicklung erst nach der Geburt erreicht hat, hat einen traubenförmigen Bau mit geschlossenem Ausführungsgange. An dem äußern Umfang der Drüse bemerkt man halbkugelige Hervorragungen, welche von elementaren

Drüsenbeeren herrühren, von denen mehrere zusammen Läppchen bilden von verschiedener Größe, aus welchen dann Canäle in einen centralen, an beiden Enden geschlossenen Canal führen. Gleich den Endbläschen einer traubigen Drüse sind nach Ecker diese Drüsenbeeren (acini) halbkugelige hohle Bläschen, deren Höhlen mit Flüssigkeit gefüllt sind und direct in den Canal des Läppchens münden. Funke hatte Gelegenheit, bei einer enorm großen Thymus zu beobachten, daß sich auf der ganzen Oberfläche dieser Bläschen Blutgefäße gleichmäßig verästeln. Die in der Flüssigkeit dieser Acini enthaltenen Elemente sind nach Ecker freie, runde Kerne in verschiedener Anzahl, neben welchen man kernhaltige Zellen trifft, die anfangs eine klare, leicht körnige Flüssigkeit enthalten, später aber kleine Fetttröpfchen, bis die ganze Zelle zu einer vollkommen kernlosen Fettzelle geworden ist. Ferner enthalten diese Acini nach Ecker zur Zeit ihrer Rückbildung noch sogenannte concentrische Körper, und zwar einfache und zusammengesetzte, wovon die einfachen aus Zellen obengenannter Art oft mit deutlichem Kern und fettigem Inhalt bestehen, während die zusammengesetzten aus 2—3 einfachen, durch eine gemeinschaftliche Hülle mit einander verbundenen concentrischen Körpern zusammengefügt sind.

Funke, welcher den Saft dieser Drüse chemisch untersuchte, fand, daß er constant schwach sauer reagirte, nicht unbeträchtliche Mengen von Eiweißstoffen, Eiweiß und Casein, und von den anorganischen Stoffen Chloralkalien und phosphorsaure Erden enthielt.

Die physiologische Bestimmung dieser Drüse ist uns völlig unbekannt; nach Ecker und Simon entwickelt sie sich im Allgemeinen um so mehr, je günstiger die Ernährungsverhältnisse sind, und Krankheiten und mangelhafte Ernährung leiten oft noch vor der Zeit eine schnelle, mit Fettmetamorphose begleitete Rückbildung ein.

So wenig wir die Funktion der Thymusdrüse kennen, ebenso unbekannt ist uns die der Schilddrüse. Die Drüsenelemente dieser Drüse sind structurlose, völlig geschlossene, in bindegewebhaltiges Stroma eingebettete Säckchen, die von sehr zahlreichen Blutgefäßen umsponnen werden. Aehnlich der Thymus enthalten diese Säckchen einen an Kernen und Zellen reichen eiweißhaltigen Saft. Die undeutlich in Lappen und Läppchen getheilte Drüse hat keinen Ausführungsgang.

Die bekannte pathalogische Entartung der Schilddrüse besteht

im Allgemeinen darin, daß die Drüsenbläschen zu Cysten ausarten, wobei sich diese cystenartig erweiterten Drüsenbläschen mit unregelmäßig geformten, mehr oder weniger kugeligen Massen einer eiweißartigen Substanz anfüllen.

Die Nebennieren bestehen aus zwei wesentlich verschiedenen Schichten, einer Rinden- und einer Marksubstanz. Die mehr dunkelbraunroth gefärbte Rindensubstanz zeigt längliche Fächer, die von Bindegewebssträngen, welche von der äußern Hülle zum Mark laufen, gebildet werden, in welchen dann in Reihen hintereinander die von Blutgefäßen umstrickten Drüsenelemente liegen. Außer diesen zelligen Drüsenelementen trifft man weiter nach Außen größere, bläschenförmige, viele deutliche Kernen enthaltende Gebilde. Die mehr grau gefärbte Marksubstanz ist äußerst nervenreich, da durch die Rindensubstanz zahlreiche Stämmchen laufen und in dem bindegewebeartigen Parenchym einen sehr dichten Plexus bilden, in dessen Maschennetz man größere, in eine Molecularmasse eingebettete Bläschen findet. Ihre physiologische Bedeutung ist uns ebenfalls unbekannt, und die hierüber ausgesprochenen Ansichten sind ungegründete Hypothesen.

Was die mikroskopische Analyse des Bluts betrifft, so zeigt uns diese zunächst, daß dasselbe eine Emulsion unzähliger suspendirter Formelemente ist, also keine klare Lösung einfacher chemischer Substanzen. Diese in der Blutflüssigkeit (Blutplasma) suspendirten Formelemente sind die Blutkörperchen, von denen man im Blute zwei Arten, nehmlich farbige und farblose, unterscheiden kann; die Erstern bilden überwiegend die Mehrzahl, während die Letztern im gewöhnlichen Blute nur in geringer Anzahl vorkommen, und in größerer Anzahl nur im Blute gewisser Organe, wie wir gesehen, hauptsächlich im Blute der Milz und der Leber auftreten.

Die farbigen Blutkörperchen sind kreisrunde, scheibenförmige, kernlose Zellen, am Rande 0,00062‴ dick mit einem Breitedurchmesser von 0,0033‴ und erscheinen beim durchfallenden Lichte schwach gelblichroth gefärbt. In der Mitte haben sie, und zwar auf jeder Seite, eine leichte centrale Depression, so, daß sie als biconcave Scheibchen auftreten. Jedes Blutkörperchen ist eine kernlose Zelle und besteht aus einer zarten, durchsichtigen Hülle, welche einen gefärbten zähflüssigen Inhalt einschließt. Wenn man einen frischentleerten Tropfen Blut unter dem Mikroskop in der Ruhe

betrachtet, so bemerkt man, daß die zuerst mehr zerstreut durch einander liegenden Blutkörperchen mit ihren Platten sich an einander legen, und so jene unter dem Namen: „Geldrollen" bekannten Säulchen bilden, welche in der Regel schnell wachsen, und endlich, selbst unter verschiedenen Winkeln sich zusammensetzend, ein verschieden gestaltetes Netzwerk bilden, in dessen Maschen nach Funke auch farblose Kügelchen eingebettet sind; in dem durch Schlagen seines Faserstoffs beraubten Blute tritt diese Erscheinung am schönsten auf. Mischt man das Blut mit Wasser oder einer Lösung eines neutralen Alkalisalzes, so lösen sich nach Funke diese Geldrollen auf.

Die dem Blutplasma entzogenen Blutkörperchen schrumpfen zusammen und verlieren ihre Form auf verschiedene Weise, weil ihr Inhalt durch die äußere Umhüllungsmembran verdunstet.

Durch Zusatz von Lösungen neutraler Alkalisalze und anderer indifferenten Stoffe zum Blute geben die Blutkörperchen wässerige Flüssigkeit nach Außen ab und ziehen sich deswegen zusammen, verlieren ihre Form und werden länglich oder eckig. Setzt man dagegen zu einem Tropfen Blut Wasser, so erfolgt gerade das Gegentheil, die Blutkörperchen werden dicker, ihre centrale Concavität verliert sich und verwandelt sich sogar in Convexität, und bei weiterer Wasseraufnahme werden sie auf Kosten ihrer Breite immer dicker, bis sie die Gestalt eines sphärischen Bläschens erreichen.

Wie sich nun nach Funke die durch Verdunstung herbeigeführte Formveränderung der Blutkörper aus endosmotischen Strömungen zwischen dem Inhalt der Blutkörper und dem in Folge der Verdunstung concentrirtern Blutplasma durch die Hüllenmembran der Blutkörper erklären läßt, ebenso sind auch die durch andere Agentien hervorgerufenen Gestaltsveränderungen durch Endosmose zu erklären. Setzt man dem Blutplasma indifferente Stoffe zu, wodurch es, wie bei der Verdunstung, concentrirter wird, so muß nothwendig eine endosmotische Strömung aus dem Blutkörperchen in das Plasma eintreten, und umgekehrt tritt ein endosmotischer Strom wässeriger Lösung in die Blutkörperchen ein, wenn man das Plasma verdünnt.

Außer den so eben beschriebenen farbigen Körpern, beobachtet man unter dem Mikroskop constant noch farblose Blut- oder Lymphkörperchen, die etwas größer sind als die farbigen, nehmlich

von $^1/_{200}$''' Durchmesser, und eine rauh erscheinende Oberfläche haben. In ihrem Innern enthalten sie einen oder mehrere Kerne, welche man durch ihre Oberfläche durchschimmern sieht. Ein Zusatz von Wasser bläst diese Körperchen etwas auf. Nach Funke herrschen im Venenblute die Lymphkörperchen mit mehreren Kernen vor, ihre Hülle scheint etwas klebrig zu sein, weil man dieselben, wo sie in größerer Anzahl vorkommen, in der Regel zu runden Haufen ziemlich fest verklebt beobachtet. Im normalen Blute der meisten Organe kommen sie nicht in erheblicher Menge vor; dagegen findet man in dem aus der Leber und Milz ausfließenden Blute diese farblosen Körperchen in solcher Menge, daß sie ohngefähr den fünften, ja sogar den dritten Theil der Gesammtmenge der Blutkörperchen ausmachen. Wie wir früher schon gesehen, ist die Menge dieser farblosen Körperchen im Gesammtblute besonders bei chronischen Anschwellungen der Milz und der Leber abnorm groß, wo dann auch diese Körperchen eine sehr verschiedene Größe zeigen, indem einige etwas kleiner erscheinen als die farbigen, während andere zwei- und dreimal so groß sind. Bei der Betrachtung des Capillarstroms im lebenden Körper sieht man diese Körperchen nur einzeln am Rand der Gefäße dahinrollen, während die farbigen in dichten Massen in der Mitte des Stromes fortrollen.

Daß übrigens diese farblosen Körperchen nicht, wie man früher glaubte, bloß in Auflösung begriffene Zellen sind, ist jetzt erwiesen, und es unterliegt durchaus keinem Zweifel mehr, daß die farbigen, wenigstens theilweise, aus ihnen hervorgehen.

Die regelmäßigen, integrirenden Bestandtheile des Bluts sind, außer Wasser, Albumin, Fibrin, Proteinprotoxyd (Mulder) Casein? Globulin, Hämatin, Hämatoidin, Zucker, Fette, anorganische Bestandtheile und Extractivstoffe.

Das Eiweiß des Bluts besteht aus Stickstoff, Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff, deren Verhältniß wir zwar bis jetzt noch nicht genau kennen, das wir aber nach Mulder füglich durch folgende Formel bezeichnen können: $N^5\ C^{40}\ H^{30}\ O^{12}$; außerdem enthält es Schwefel und Phosphor; der Gehalt des Erstern beträgt nach Mulder 1,3%, der des Letztern 0,3%. Da im Bluteiweiß auch anorganische Stoffe, wie phosphorsaurer Kalk und Kochsalz enthalten sind, so kann man diese, zwar nicht immer in constanter Menge vorhandene, aber doch nie fehlenden Stoffe im eigentlichen Sinn zu

den integrirenden Bestandtheilen desselben zählen. Ein großer Theil des Bluteiweißes verbindet sich mit Natron zu Natronalbuminat, welches gleichsam die Rolle einer Säure übernimmt, wodurch es viel löslicher wird, als das gewöhnliche Eiweiß, welches Alkali es aber durch Kochen theilweise wieder verliert, woher es kommt, daß die alkalische Beschaffenheit des Blutwassers durch Kochen zunimmt. Das Bluteiweiß ist, wie das lösliche Pflanzeneiweiß, in Wasser löslich und wird, wie dieses letztere, durch anorganische Säuren, mit Ausnahme der Phosphorsäure, gefällt.

Wie schon früher gesagt wurde, stammt das Bluteiweiß der Herbivoren ganz von Pflanzeneiweiß=Stoffen und das des Menschen mit gemischter Nahrung wenigstens theilweise aus derselben Quelle; zu diesem Zwecke müssen sich also die Pflanzeneiweiß=Stoffe in thierische verwandeln: denn so ähnlich sie auch einander sind, so sind sie doch nicht gleich. Die eiweißartigen Verbindungen des Pflanzenreichs enthalten zwar alle Schwefel, aber in geringerer Menge als die thierischen Eiweißstoffe; so beträgt der Schwefelgehalt des Bluteiweißes nach Mulder 1,3 Prozent, während der Schwefelgehalt des löslichen Pflanzeneiweiß nach demselben Forscher nur 0,83, der des Pflanzenleims 1,05, der des ungelösten Pflanzeneiweiß 0,66 und der des Legumins ohngefähr 0,5 Prozent ausmacht. Das Legumin enthält ferner unter allen Eiweißkörpern am meisten Phosphor, während das Casein gar keinen enthält, sowie auch der Pflanzenleim phosphorfrei ist. Sowie nun das Casein des Bluts, um in Eiweiß umgewandelt zu werden, Phosphor aufnehmen muß, ebenso muß auch das lösliche Pflanzeneiweiß, um in Bluteiweiß überführt zu werden, Schwefel aufnehmen, während das Legumin zu diesem Zweck Phosphor abgeben muß.

Das Blutalbumin bleibt in Blutwasser gelöst und seine mittlere Menge ist nach den Bestimmungen von Becquerell und Rodier, Simon und Denis 71,36 in 1000 Theilen Menschenblut.

Durch Oxydation geht das Eiweiß des Bluts in Faserstoff über, dessen Menge im Blute übrigens viel geringer ist, als die des Eiweißes, da sie nach Häfer nur 2,27 in 1000 Theilen Menschenblut beträgt. Der Blutfaserstoff enthält mehr Sauerstoff und weniger Kohlenstoff als das Eiweiß und nach Mulder 1,2 Prozent Schwefel, 0,3 Prozent Phosphor und 1,7 Prozent phosphorsauren Kalk. Die frühere, falsche Ansicht, daß der Faserstoff

nur in den Blutkörperhüllen im Blute enthalten sei, hat J. Müller durch jene Versuche, bei denen er die Blutkörperchen von der gerinnenden Blutflüssigkeit trennte, hinlänglich widerlegt, und wenn dessenungeachtet die Hüllen der Blutkörperchen doch Faserstoff enthalten, so ist es doch gewiß, daß der größte Theil des im Blute enthaltenen Faserstoffs in demselben gelöst ist.

Der Faserstoff ist auch derjenige Bestandtheil des Blutes, welcher dasselbe, wenn es dem Kreislauf entzogen ist, zum Gerinnen bringt. Ueber die wahre Ursache dieser Erscheinung sind wir bis jetzt noch im Dunkeln; wir wissen im Allgemeinen nur so viel, daß die Luft durch ihren Sauerstoffgehalt diese Gerinnung befördert, und daß die wahre Ursache der Gerinnung in einer Veränderung der Zusammensetzung des Faserstoffs zu suchen ist; worin aber diese Veränderung besteht, wissen wir nicht.

Unter dem Mikroskop betrachtet, stellen sich nach Funke die Phänomene des Gerinnens auf folgende Weise dar: Ueberläßt man einen frischentleerten Blutstropfen unbedeckt sich selbst, so gesteht er nach wenigen Augenblicken zu einer Gallerte, die unter dem Mikroskope als dichte, rothe, gestreifte Masse erscheint und die Conturen der eingeschlossenen Blutkörperchen nur undeutlich durchscheinen läßt. Bedeckt man dagegen einen frischentleerten Blutstropfen augenblicklich mit einem Deckplättchen und läßt ihn, vor Verdunstung geschützt, unter einer kleinen Glasglocke mehrere Stunden ruhig stehen, so gewährt er nach Funke unter dem Mikroskope folgenden Anblick: Die farbigen Blutkörperchen sieht man zu dichten, inselartigen Gruppen zusammengehäuft, theilweise zu Säulchen gruppirt und diese Säulchen zu dendritischen Gruppen aneinandergelegt. In den freien Zwischenräumen bemerkt man, aber nur mit Hilfe starker, klarer Vergrößerungen, ein aus feinsten Fädchen bestehendes Netzwerk, welche Fädchen sich aufs Mannigfaltigste durchkreuzen, und über deren Entstehen Lehmann nach seinen Beobachtungen sagt, daß sich zuerst feine Molecularkörnchen ausscheiden, von welchen aus dann allmählig nach verschiedenen Seiten diese Fädchen entspringen. Die gerinnende Substanz, das Fibrin, scheidet sich also nach diesem Beobachter in Fäden, und nicht, wie man früher glaubte, in Plättchen aus. Die von Nasse bezeichneten Faserstoffschollen sind allerdings unregelmäßige, länglichte, rundliche oder eckige Plättchen; allein diese bestehen nicht

aus Fibrin, weil sie in Säuren unlöslich sind und auch im ungeronnenen oder in dem Blute vorkommen, dessen Gerinnung durch Salze verhindert wurde.

Daß der Faserstoff im kreisenden Blute gelöst ist, wissen wir, und außer Andern hat namentlich Liebig bewiesen, daß es das freie Alkali im Blute ist, welches die Hauptbestandtheile desselben, nehmlich das Albumin und Fibrin, flüssig erhält; ob aber in dem aus dem Kreislauf entfernten Blute dieses freie Alkali gebunden wird, ist nicht gewiß; daß dieses nicht durch Aufnahme von Kohlensäure geschehe, wie Denis glaubt, hat Nasse bewiesen, wie derselbe Forscher auch gefunden, daß die Gerinnung durch einen Zusatz einer kleinen Menge von caustischen Alkalien verzögert wird.

Daß die Luft einen sehr großen Einfluß auf die Gerinnung des Bluts hat, geht daraus bestimmt hervor, daß wir durch vermehrten Luftzutritt die Gerinnung beschleunigen und durch das Gegentheil dieselbe verzögern können; je dünner demnach der Strahl und je weiter das das Blut aufnehmende Gefäß ist, desto besser gerinnt auch das Blut; eben so wird die Gerinnung durch starkes Umrühren befördert. Daß es ferner besonders der Sauerstoff der Luft ist, welcher die Gerinnung befördert, geht aus den Versuchen von Schröder van der Kolk und Andern hervor, welche bei Thieren, die in Sauerstoff geathmet hatten, das Blut schneller gerinnen sahen, als beim Athmen in gewöhnlicher Luft; auch gerinnt das Blut im Sauerstoff schneller, als an der Luft, und das der Arterien schneller, als das der Venen; diesem analog sieht man auch bei vermindertem Zutritt von Sauerstoff das Blut langsamer gerinnen, wie z. B. in Krankheiten, wo das Athmen gehemmt ist, wie bei Blausüchtigen; ebenso sah Moleschott die Gerinnung verzögern, als er das Blut unter Oel auffieng. Daß der Sauerstoff überhaupt auch auf die Vermehrung der Fibrine Einfluß hat, beweist der Umstand, daß bei organischen Herzleiden, und besonders bei Erweiterung des rechten Ventrikels und Insufficienz der Tricuspidalklappe, das Blut, wie bei Neugebornen, Mangel an Fibrine, und in Folge hievon sehr unvollständige Gerinnung zeigt.

Demnach beschleunigt also der vermehrte Zutritt der Luft zu dem dem Kreislauf entzogenen Blute, durch seinen Sauerstoff,

sowie dieser Letztere überhaupt, die Gerinnung des Bluts; daß er aber nicht die Ursache derselben ist, beweisen die Versuche von Scudamore und Krimer, welche die Gerinnung sogar unter der Luftpumpe beobachteten.

Einen nicht unbedeutenden Einfluß auf die Gerinnung des Bluts hat auch der Salzgehalt desselben, wie schon Müller zeigte, daß durch Zusatz von unterkohlensaurem Natron die Gerinnung verlangsamt wurde, und Liebig durch Vermischen des aus der Ader strömenden Blutes mit gesättigter Glaubersalzlösung dasselbe bewirkte, in welchem Falle dann die Blutkörperchen schneller sinken, als die hiedurch verzögerte Gerinnung zu Stande kommt, wodurch eine sogenannte Speckhaut, nehmlich geronnener Faserstoff ohne Einschluß der früher zu Boden gesunkenen Blutkörper, entsteht; dies ist auch der Grund, warum Nasse durch Verdünnung des Bluts mit dem vierten Theile oder der Hälfte von Wasser die Gerinnung beschleunigt sah.

Das aus der Ader gelassene Blut eines gesunden Menschen gerinnt schon nach wenigen Minuten, noch schneller aber das eines an einer entzündlichen Krankheit, und besonders an einer Lungenentzüngung leidenden Menschen, welches nach unzähligen, von mir beobachteten Fällen sehr schnell in seinem ganzen Umfange, so daß es alles Serum mit einschließt, zu einem weichen Kuchen gerinnt. Nach und nach aber zieht sich der anfangs sehr lockere Kuchen immer mehr zusammen, während sich gleichzeitig immer mehr Blutwasser ausscheidet, bis nach 12—18 Stunden die Zusammenziehung ihr Ende erreicht. Was nun die Bildung der sogenannten crusta phlogistica betrifft, so ist nach meinen Beobachtungen das Auftreten dieses von Blutkörperchen freien Faserstoff-Gerinnsels durchaus kein Maßstab für den Grad der Entzündung, da ich es bei vielen Fällen der heftigsten Entzündung gar nicht eintreten sah, während ich dasselbe bei weniger heftigen oft in auffallendem Grade beobachtete. Nach meinen Beobachtungen tritt diese Erscheinung nie, oder doch nur in geringem Grade auf, wenn die gleich anfangs in ihrem ganzen Umfange geronnene Blutmasse das mit eingeschlossene Serum bald fahren läßt, während sie im umgekehrten Falle gerne eintritt, wahrscheinlich aus dem Grunde, weil in dem im Anfange, besonders in seinem Innern ganz weichen Blutkuchen, so lange er nehmlich noch alles Serum

miteingeschlossen enthält, die schweren Blutkörper sich noch senken können, was bei schnellem Entströmen des Blutwassers, und also schnellerem Festwerden des Gerinnsels, nicht mehr möglich ist. Damit mag auch die Beobachtung zusammenhängen, daß in einem engen und hohen Gefäß sich diese Erscheinung viel eher zeigt, als in einem weiten und niedern, weil im erstern die schnellere Ausscheidung des Serums durch die Gefäß-Wandungen doch mehr gehemmt ist als im letztern.

Zu den weitern regelmäßigen Bestandtheilen des Bluts gehört auch das Casein, das nach Lehmann unter allen eiweißartigen Körpern am meisten phosphorsauren Kalk (6 Prozent), dagegen keinen Phosphor und weniger Schwefel enthält (nur 0,9% nach Verdeil) als das Albumin, und überhaupt nur in geringer Menge im Blute vorkommt. Lehmann und Scherer geben das ohnehin schwankende Vorkommen von Casein im Blutserum nicht zu und halten diesen Stoff für alkalifreies, salzarmes Albumin, mit dem er sowohl seiner Darstellung als seinem wesentlichen Verhalten nach am ehesten übereinstimmt. Neben diesen drei genannten Eiweißkörpern fand Mulder auch im gesunden Blute noch zwei höhere Oxydationsstufen des Proteins, nehmlich Proteinbioxyd, das Schwefel enthält und in Wasser schwer löslich ist, und das Proteintritoxyd, welches schwefelfrei und leicht löslich in Wasser ist. Als constanter Inhalt des Blutserums beobachtet man auch die sogenannten Extractivstoffe, die im Blute theils aus andern Stoffen entstehen, theils als Rückbildungsprodukte aus den verschiedenen Organen nur ins Blut aufgenommen werden, um sie den Ausscheidungsorganen zuzuführen. Sie sind im gegenwärtigen Augenblicke noch nicht gehörig untersucht. Als die wichtigsten kann man wirklich, außer einigen Elementen der Galle, wie wir gesehen, Kreatin, Kreatinin, dann Harnsäure, Hippursäure und Harnstoff anführen.

Die Blutkörperchen selbst bestehen wieder aus mehreren Stoffen, und die wesentlichen Bestandtheile derselben sind die aus Fett und Faserstoff bestehenden Kernen, das Globulin und das mit diesem verbundene Hämatin. Die Hauptmasse der Blutkörper ist das Globulin, nach Berzelius im Verhältniß zum Hämatin = 19 : 1, welches man aus den Blutkörperchen als eine mit Blutfarbestoff verunreinigte eiweißartige Verbindung erhält, welche

in Wasser löslich ist, und sich nur durch eine geringere Menge von Schwefel, nach Lehmann 1,1%, sowie durch Mangel an Phosphor vom Albumin unterscheidet, so, daß man dessen Entstehen aus Eiweiß durch Orydation seines Phosphors und eines Theils seines Schwefels annehmen muß. Nach Lecanu enthalten 1000 Theile Blut ungefähr 125,6 Globulin, welches, weil es mit dem in der Krystallinse des Auges enthaltenen eiweißartigen Stoff übereinstimmt, auch Krystallin genannt wird.

Innig verbunden mit dem Globulin, oder eigentlich in ihm gelöst, ist, das Hämatin, der rothe Blutfarbestoff, das auch stickstoffhaltig ist, und dessen Zusammensetzung nach Mulder durch die Formel: $N^3 C^{44} H^{22} O^6 Fe$ ausgedrückt wird.

Ueber die Krystallisation des Blutes, welche zuerst Funke beobachtete, sagt derselbe, daß die organisch gefärbte Materie, welche den wesentlichen Inhalt der rothen Blutkörperchen bildet, unter gewissen einfachen äußern Einflüssen in Krystallform übergeführt werden könne. Der Blutzelleninhalt jeder Blutart hat seine constante charakteristische Krystallform, und die wesentlichste Bedingung für das Krystallisiren des Hämatokrystallins ist die Befreiung desselben aus den Hüllen der Blutzellen, wobei Funke als das einfachste Mittel, den Blutzelleninhalt frei zu machen und im Plasma zu lösen, den Zusatz von Wasser bezeichnet, und zwar in Mengenverhältnissen, welche sich theils nach dem Grade der Resistenz der Hüllen gegen Wasser, theils nach dem Grade der Löslichkeit der zu bildenden Krystalle in Wasser richten. Die Lösung der krystallisirbaren Substanz krystallisirt leicht und vollständig, wenn man sie unter Einwirkung des Lichts zuerst mit Sauerstoff imprägnirt und sodann Kohlensäure durchleitet. Ohne Licht ist nach Lehmann jede Krystallisation höchst mangelhaft, ebenso fand er bei der Darstellung von Krystallen das Einwirken der genannten Gase nach der eben beschriebenen Reihenfolge am wirksamsten.

Nachdem wir weiter oben sowohl die unter dem Mikroskop sich zeigende Form, als auch das endosmotische Verhalten der Blutkörperchen näher betrachtet, müssen wir hier noch die chemische Konstitution, sowie das physiologische Verhalten dieser für den Stoffwechsel so wichtigen Blutelemente einer nähern Betrachtung unterziehen.

Die farbigen Blutkörperchen bestehen aus einer Hülle und einem Inhalt. Ueber das chemische Verhalten der Hüllenmembran wissen wir im Ganzen nur wenig und unsere positiven Kenntnisse beschränken sich, wie Funke ganz richtig bemerkt, fast nur auf einige mikrochemische Reactionen.

Diese im Blute geplatzten und als fleckiger Bodensatz abgesetzten Zellenmembranen sind in Essigsäure und Alkalien schwer löslich und quillen, ehe sie sich lösen, gallertartig auf, von welchem Aufquillen auch die schleimige Beschaffenheit des Bluts herrührt, wenn man verdünnte Säuren und gewisse Salze zusetzt. Wird dem Blute eine große Menge Wasser zugesetzt, dann zerplatzen diese Hüllenmembranen, werden unsichtbar und ergießen ihren Inhalt in das verdünnte Plasma. Dabei werden aber dieselben nicht gelöst, sondern ihr Unsichtbarwerden beruht nur auf dem durch ihr Aufquillen bedingten durchsichtigen Zustand.

Aus welchen Stoffen diese Hüllenmembran gebildet wird, wissen wir bis jetzt nicht; die frühere falsche Ansicht, daß sie aus Faserstoff bestehen, ist widerlegt, und auch Mulders neuere Ansicht, welcher die Substanz dieser Hüllen für Proteindeutoxyd hält, ist nichts weniger als erwiesen.

Wie wir oben gesehen, besteht der Inhalt dieser Blutkörperchen aus den aus Fett und Faserstoff bestehenden Kernen, dann aus Globulin und dem innig mit diesem verbundenen rothen Blutfaserstoff, dem Hämatin. Dagegen sagt nun Funke: Man hat bis jetzt in den Blutzellen zwei wesentliche organische Bestandtheile angenommen: das Globulin, eine Proteinverbindung, und einen eisenhaltigen Farbstoff, das Hämatin, die man sich mechanisch vereinigt dachte. Gegen diese Annahme behauptet aber derselbe Forscher, daß noch nie eine chemisch-reine, farbstoff-freie Proteinsubstanz im löslichen oder unlöslichen Zustande aus den Blutkörperchen dargestellt worden sei, die mit dem Globulin der Krystallinse völlig identisch wäre; dann sagt er weiter, daß wohl Niemand mehr behaupten werde, daß die mit schwefelhaltigem Alkohol aus coagulirten Blutzellen ausgezogene Substanz, die man Hämatin nennt, als solche wirklich gebildet in den Blutkörperchen vorhanden, sondern vielmehr das Produkt der chemischen Einwirkung auf jenen so leicht veränderlichen Inhalt sei. Der wesentliche Inhalt der farbigen Blutzelle ist nach ihm eine eigenthümliche,

rothgefärbte, organische Substanz, deren Constitution wir in der frischen Zelle des kreisenden Bluts noch nicht kennen, deren nächstes, wahrscheinlich nur wenig modificirtes Umwandlungsprodukt man als Hämatokrystallin erhält. Da nun Licht, Sauerstoff und Kohlensäure diese Krystallisation des Zelleninhalts hervorrufen, so müssen wir zunächst nach Funke die Art der Wirkung dieser Agentien kennen, um die Constitution dieser krystallisirten Verbindung zu erforschen, um dann von ihr auf den Inhalt der lebendigen Zelle zu schließen. Doch gibt er zu, daß die rothe, den Blutzelleninhalt bildende Krystallsubstanz jenen früher angenommenen beiden Stoffen offenbar entspreche; nur sei noch nicht entschieden, ob sie mit dem gelösten organischen Inhalt der kreisenden Blutzelle chemisch identisch ist. Lehmann glaubt, daß die Art der Wirkung jener obengenannten, die Krystallisation bedingenden Agentien eine chemische sei, und daß demnach das Hämatokrystallin eine, wenn auch noch so geringe chemische Differenz von dem ursprünglichen Zelleninhalt zeige.

Daß dieses Hämatokrystallin zu den Proteinkörpern gehöre, beweist nach Funke vor Allem die Coagulirbarkeit der wässerigen Krystalllösung durch Hitze und Alkohol, die Löslichkeit der Krystalle in Essigsäure und die Fällbarkeit dieser Lösung durch Blutlaugensalz und neutrale Alkalisalze. Mit vollkommenem Recht sagt er aber, daß mit dem Namen „Proteinsubstanz" über die nähere Constitution des Hämatokrystallins noch kein genügender Aufschluß gegeben sei, um so weniger, als dasselbe in den verschiedenen Blutarten verschiedene Krystallformen zeigt, die sich namentlich auch durch ihre verschiedene Löslichkeit auszeichnen, ein Beweis, daß diese krystallinische Substanz nicht in allen Blutarten gleich ist, und daß wir hier jedenfalls mehrere, wenn auch nahe verwandte Verbindungen vor uns haben. Mit Gewißheit läßt sich nach ihm nur sagen, daß das sogenannte Hämatin, als solches, gewiß nicht in der Verbindung vorhanden ist, und daß die Farbe des Hämatokrystallins nicht von einem besondern mechanisch oder chemisch in demselben enthaltenen Farbstoff herrührt, sondern höchst wahrscheinlich eine Eigenschaft dieses Stoffes selbst ist. Bezüglich des dem Hämatin vindicirten Eisens, so enthält auch das Hämatokrystallin solches, indem die Asche dieser verbrannten Krystalle vorzugsweise Eisenoxyd enthält und außer-

dem noch Chlorkalium, Phosphate und Spuren von schwefelsauren Salzen.

Wenn nun gleich der Inhalt der Blutkörperchen so ziemlich dieselben anorganischen Stoffe enthält, wie die Blutflüssigkeit, so sind die Verhältnisse, unter welchen sie in Letzterer vorkommen, doch andere; wie an jedem Proteinkörper, so ist auch an das Hämatokrystallin eine gewisse Menge anorganischer Substanzen festgebunden, und wenn gleich alle organischen Bestandtheile des Serums auch in der Krystallsubstanz vorkommen, so kann man den Salzgehalt dieser Letztern nicht als einen bloß mechanisch imbibirten Theil der im Serum gelösten Salze betrachten. Nach C. Schmidt ist in den Blutkörperchen besonders Kali vorherrschend, meist an Phosphorsäure gebunden; dagegen enthalten sie wenig Natronsalze und Chloralkalien, während umgekehrt im Serum Natronsalze und Chloralkalien vorherrschend ist und Kalisalze und Phosphate nur in geringerer Menge darin enthalten sind.

Neben diesen anorganischen Bestandtheilen enthalten die Blutkörperchen neben einigen sogenannten Extractivstoffen hauptsächlich auch Fette.

Bezüglich der quantitativen Verhältnisse der Bestandtheile der Blutkörperchen kommen nach Schmidt in 100 Grm. Blutkörperchen vom normalen menschlichen Blute 69 Grm. Wasser und 31 Grm. festen Bestandtheile vor, von welch' letztern nur 0,8 Grm. anorganische Bestandtheile sind, der weitere Rest organische.

Wie wir oben gesehen, besteht der Inhalt der Blutflüssigkeit aus Fibrin, Albumin, Fetten, Salzen und Extractivstoffen. Der Zucker ist ferner ein constanter Bestandtheil des Blutsserums, welcher theils im Darmkanal, theils aber auch in den Capillaren der Leber gebildet wird, und zwar oft in nicht unbeträchtlichen Mengen, die aber größtentheils bald wieder weiter umgewandelt werden.

Wenn in krankhaften Zuständen die Ausscheidung des Harnstoffs durch die Nieren gehemmt ist, so häuft sich dieser krankhaft im Blute an, so daß er dann mit andern Secreten ausgeschieden wird, wie er z. B. im thyphoiden Stadium der Cholera schon öfters durch den Schweiß ausgeschieden wurde und sich als weißes, krystallinisches Mehl auf die Hautoberfläche ablagerte.

Auch Galle tritt oft in das Blut zurück; wenn in krankhaften Zuständen ihre Ausscheidung durch die Leber gehindert ist, dann tritt sie aus dem Leberparenchym ins Blut zurück und häuft sich dort oft bedeutend an.

Der Wassergehalt des Blutserums erleidet, trotz der großen Menge von Wasser, die wir täglich mit Speisen und Getränken aufnehmen, und welche sogleich ins Blut übergehen, keine bedeutenden Schwankungen, so, daß bis jetzt nach einem solchen Wassergenuß nicht einmal eine Vermehrung des Wassergehaltes des Serums nachgewiesen wurde, und zwar aus dem Grunde, weil das Blut in dem Maaße, in welchem es Wasser aufnimmt, dasselbe durch Haut und Nieren wieder ausscheidet, und der Grund dieser Ausscheidung liegt wieder in der durch diese Wasseraufnahme veränderten endosmotischen Beschaffenheit des Blutes.

Was die Entstehung der rothen Blutkörperchen betrifft, so bemerkt Funke mit Recht, daß der embryonale Bildungsakt dieser Körperchen im Ganzen genauer erforscht ist, als die Art des Entstehens derselben im schon entwickelten Körper. In dem Dotter nehmlich entstehen zuerst einfache kernhaltige Zellen, und diese bilden die Basis für alle Gewebe im ganzen Organismus, welche überhaupt aus Zellen hervorgehen, also auch für die Blutkörperchen. Diese im ersten Blute des Embryo zu Fädchen verbundenen einfachen Zellen werden zunächst von der Blutflüssigkeit getrennt. Natürlicherweise würden bei dem wirklich auffallend schnellen Wachsthum des Embryo diese primär entstandenen Zellen bald nicht mehr ausreichen, wenn ihre Vermehrung nicht eben so schnell, d. h. im Verhältniß zum schnellen embryonalen Wachsthum, von Statten gienge, worüber uns Kölliker durch seine Versuche die besten Aufschlüsse gegeben, indem er nachwies, daß diese Vermehrung durch Theilung vor sich geht. Der Vorgang dieser Theilung ist folgender: Zuerst wird die anfangs runde Zelle, wie ihr Kern, in die Länge gezogen; aus dem einzigen Kern entstehen zwei, worauf auch die Zelle durch Einschnürung sich theilt und so aus einer Zelle zwei, ebenfalls kernhaltige Zellen entstehen, worauf diese Theilung der neu entstandenen Zellen auf dieselbe Art wieder weiter vorwärts schreitet. Wir haben also kernhaltige, runde Blutzellen, die sich dann unter Zerfallen und

Verschwinden des Kerns abplatten und so zu kernlosen, biconcaven Blutzellen heranbilden. Dieses wäre nun die primäre embryonale Entstehung der Blutkörperchen vor der Bildung der Leber. Mit der Bildung der Leber aber hat nach Kölliker diese primäre Entstehung der embryonalen Zellen für immer ihr Ende erreicht, indem von nun an die Leber die Produktion dieser Zellen allein übernimmt, und zuerst eine Menge farbloser, kernhaltiger Zellen schafft, die dann in kernlose, farbige Blutkörperchen umgewandelt werden. Nun werden aber, wie wir gesehen, außer der Leber auch in der Milz und in den Drüsen der Chylus- und Lymphgefäße eine Menge solcher farblosen Zellen gebildet, die sich theils innerhalb der Leber und Milz, sowie schon in den Chylusgefäßen, theils auf ihrer Bahn durch die übrigen Blutgefäße in rothe Blutkörperchen verwandeln, und in diesen Organen müssen wir also die ursprüngliche Entstehung der rothen Blutkörperchen in dem schon entwickelten Organismus suchen.

Die früher zum Theil mehrfach bestrittene Annahme, daß die farbigen Blutkörperchen aus farblosen hervorgehen, hat namentlich Funke durch directe Beobachtung einer solchen Metamorphose innerhalb der Milz bestätigt und zur weitern Begründung außerdem noch angeführt, daß diese in der Leber, Milz und den Lymphdrüsen in so massenhafter Weise vor sich gehende Zeugung farbloser Zellen doch gewiß einen andern Zweck habe, als den bloßen Untergang derselben, und daß überhaupt noch Niemand ein Zugrundegehen dieser farblosen Zellen beobachtet habe. Was übrigens noch am meisten für die Richtigkeit dieser Ansicht spricht, ist der Umstand, daß unter dem Mikroskop in der Milzpulpa zahlreiche Uebergangsstufen beobachtet werden. Man findet, sagt Funke, farblose Körperchen von verschiedener Größe in beträchtlicher Anzahl mit deutlich schwachgelblicher Färbung, wobei man bei einigen deutlich einen einfachen Kern, bei andern mehrfache feine Körnchen, und bei andern wieder einen gleichförmigen Inhalt beobachten kann; ihnen zunächst scheinen die zahlreichen blassen Körperchen zu stehen, an welchen kaum eine Andeutung des centralen Schattens zu sehen ist, während die scharf contourirten, intensiv gefärbten Blutkörperchen die höchste Stufe bilden.

Bezüglich des Entstehens der farblosen Körperchen glauben Kölliker und Funke, daß sich dieselben, und zwar sowohl im

Chylus als im Blute, um einen primären Kern bilden, und daß wahrscheinlich Eiweißstoffe und Chylusfette die Bildung dieser, frei im Chylus und im Milzparenchym sich findenden Körnchen einleiten.

Kölliker, welcher, aber offenbar mit Unrecht, die Entstehung der Blutkörperchen nur aus den kleinen Chyluskörperchen zugibt, während nach ihm die größern Chyluskörperchen zum Untergang bestimmt sind, und aus dem Grunde auch die Umwandlung der in der Milz und Leber gebildeten farblosen Körperchen in rothe Blutkörperchen bezweifelt, hat in Betreff des Uebergangs der Chyluskörperchen in Blutkörperchen die frühern falschen Ansichten hierüber dadurch widerlegt, daß er bewies, daß das ganze Chyluskörperchen zum Blutkörperchen wird und der darin befindliche Kern zu Grunde geht, wozu Funke auf eine, wie es scheint, sehr richtige Weise noch bemerkt, daß er das Verschwinden des Kernes nicht als eine einfache Vernichtung desselben betrachten möchte, sondern glaube, daß diese Auflösung des Kerns Folge einer chemischen Umsetzung sei, und daß das Produkt dieser Umsetzung an der Erzeugung des organischen farbigen Inhalts des fertigen rothen Blutkörperchens sich betheilige, wie nach ihm auch die Verwandlung der farblosen Körperchen in rothe Blutkörperchen dadurch erfolgt, daß mit dem Zerfallen und Verschwinden des Kerns die farbige Blutkörperchen-Materie sich bildet und dem Inhalt zuerst eine gelbliche Färbung mittheilt, auf welche Weise zuerst ein rundes Blutkörperchen entsteht, welches sich später abplattet. Die Hüllenmembran des farblosen Körperchens wird demnach zur Hülle des farbigen Körperchens, während der Kern, sowie der Inhalt des Erstern in den rothen Inhalt des Letztern umgewandelt wird. Wenn wir auch die Art dieser Umsetzung noch nicht kennen, so können wir nach den Untersuchungen von Lehmann über das von Funke entdeckte Hämatokrystallin mit Recht schließen, daß dasselbe aus Eiweißkörperchen, Fetten und anorganischen Bestandstandtheilen gebildet werde.

Den frühern falschen Ansichten über die Funktion dieser Blutkörperchen gegenüber, haben uns die neuern Fortschritte der Wissenschaft die Gewißheit verschafft, daß das Wesen der Thätigkeit dieser Körperchen in physikalischen und chemischen Vorgängen besteht. Bezüglich der Erstern, nehmlich der physikalischen Vorgänge, haben wir schon früher auf die in Folge endosmotischer

Strömungen zwischen dem Inhalt der Blutkörperchen und der Intercellularflüssigkeit hervorgerufenen Formveränderungen hingewiesen, woraus auf das Entschiedenste hervorgeht, daß die Veränderungen der Mischung der Blutflüssigkeit auf die Form dieser Blutkörperchen einen bestimmten Einfluß haben, so daß also sowohl die Metamorphose der neugebildeten Zelle, als auch die Funktion des ausgebildeten rothen Blutkörperchens durch von Außen neu hinzutretende Stoffe bedingt ist, während die bei diesen chemischen Vorgängen im Innern des Körperchens höchst wahrscheinlich gebildeten Nebenprodukte durch Endosmose in die Blutflüssigkeit übertreten.

Wie nun Wasser und Salze auf endosmotische Weise den Inhalt und damit die Form der Blutkörperchen zu verändern im Stande sind, so muß dieses natürlicherweise auch mit den im Blute enthaltenen Gasen, nehmlich dem bestimmt darin nachgewiesenen Sauerstoff, Kohlensäure und Stickstoff der Fall sein. Bekanntlich ist ein großer Theil dieser Gase nur mechanisch im Blute absorbirt vorhanden; nichtsdestoweniger ist es erwiesen, daß ein ebenfalls nicht unbeträchtlicher Theil davon an gewisse Blutelemente chemisch gebunden ist; und daß es vorzugsweise die Blutkörperchen sind, welche den größten Theil dieser Gase gebunden halten, beweist die Thatsache, daß, wenn man eine gleiche Menge von Serum und Cruor nebeneinander unter die Luftpumpe setzt, beim Evacuiren der Cruor verhältnißmäßig mehr Gasarten entwickelt, als das Serum. Weil nun das Blut als einfache wässerige Flüssigkeit nicht einmal den zehnten Theil des darin enthaltenen Sauerstoffs mechanisch binden könnte, so muß also nothwendig der größte Theil desselben chemisch in ihm gebunden sein; und wie aus den Versuchen Lehmanns hervorgeht, ist es der Inhalt der Blutkörperchen, welcher den Sauerstoff vorzugsweise chemisch gebunden enthält, und namentlich das von Funke entdeckte Hämatokrystallin, welches diese Verwandtschaft zu ihm zeigt, und ihn nicht nur in den Lungen aufnimmt, sondern auch im kreisenden Blute einen nicht unbeträchtlichen Theil davon gebunden hält, während, wie wir früher gesehen, ein anderer Theil davon von dem im Plasma enthaltenen Albumin und Fibrin in Anspruch genommen wird.

Was die Kohlensäure betrifft, so ist diese zwar auch in dem Blutkörperchen, hauptsächlich aber im Blutplasma enthalten. Nach

Funke verliert nehmlich die in den Blutkörperchen krystallisirbare Substanz (dessen Hämatokrystallin), und zwar sowohl in Krystallform als in Lösung, unter der Luftpumpe stets eine gewisse Menge von Kohlensäure, während nach Liebig die ganze Menge der im Blutplasma enthaltenen Kohlensäure an das kohlensaure Natron gebunden ist, dessen Menge im Stande ist, als Bicarbonat die ganze Quantität Kohlensäure zu binden.

Wie schon oben bemerkt wurde, glaubt Funke, daß das Verschwinden des in den Chyluskörperchen und den farblosen Körperchen überhaupt enthaltenen Kerns keine einfache Vernichtung sei, sondern daß er chemisch umgesetzt werde, und daß das Produkt dieser Umsetzung an der Bildung des organischen farbigen Inhalts der rothen Blutkörperchen Theil nehme, was um so wahrscheinlicher ist im Hinblick auf die Stoffe, aus welchen sich die Lymphkörperchen und farblosen Zellen bilden, nehmlich Eiweißkörper, Fett und anorganische Stoffe. Da nun die Umwandlung von farblosen Blutkörperchen in farbige lediglich in der Bildung eines eigenen Eiweißkörpers besteht, aus welchem nach Funke das Hämatokrystallin entsteht, nach andern Beobachtern aber das mit Hämatin getränkte Globulin, so liegt wohl die Ansicht, daß der bei der Umwandlung verschwindende Kern der farblosen Körperchen hier mitwirke, sehr nahe. Daß diese Umwandlung nicht auf einmal, sondern nur allmählig erfolge, beweist die Beobachtung zahlreicher Uebergangsstufen in der Pulpa der Milz von den nur schwach gelblichgefärbten bis zu den intensiv rothgefärbten Blutkörperchen.

Die Ansicht, daß die auf die ebenbeschriebene Weise gebildeten rothen Blutkörperchen ihre Funktion nur eine gewisse Zeit verrichten, dann zerfallen und ihre Produkte an das Plasma zu weiterer Verwendung abgeben, unterliegt wohl keinem Zweifel, und geht zum Theil schon aus der Thatsache hervor, daß wenn man längere Zeit abwechselnd Sauerstoff und Kohlensäure durch Blut leitet, sich die Blutkörper in Folge einer gleichzeitigen chemischen Einwirkung der Gase auf die Hüllen und vielleicht auch auf den Inhalt auflösen. Funke führt für diese Annahme noch folgende Wahrscheinlichkeits-Gründe an: Erstens nehmlich sieht man überall, wo freie Zellen durch chemische Vorgänge gewisse Mischungen hervorbringen, daß diese Zellen in Folge ihrer Thätigkeit zu

Grunde gehen und die Produkte durch Auflösung ihrer Zellen frei werden, wie die Laabzellen des Magens, die Zellen der Milchdrüsen und namentlich die Saamenzellen; so füllen sich z. B. die Milchzellen mit Fett und dgl. und ergießen ihren Inhalt in die Intercellularflüssigkeit der Milchcysternen, wo er oft noch als Colostrumkörperchen vereinigt bleibt, während sie selbst sich auflösen. Der zweite Grund, welcher gegen eine zu lange Benützung derselben Blutkörperchen spricht, ist nach Funke die erwiesene, ununterbrochen fortdauernde Produktion neuer farbloser Blutkörperchen und fertiger Zellen, da diese so beträchtliche Wiedererzeugung, wie wir sie in der Leber, Milz und den Lymphdrüsen beobachten, nothwendig auch einem beträchtlichen Verbrauch an Zellen entsprechen muß. Endlich hat oder muß vielmehr nach Funke's Dafürhalten der in den Blutkörperchen gebildete eigene Eiweißkörper am Ende noch einen Ernährungszweck haben, nachdem er seine Hauptrolle als Leiter der Funktion der Blutkörperchen ausgespielt hat. Wie wir gesehen, müssen namentlich die Eiweißkörper schon zum Zweck der Aufnahme in den Chylus eine gewisse Umwandlung erleiden; noch mehr ist dieses der Fall, wenn sie zur Ernährung unmittelbar, nehmlich zum Uebergange in die verschiedenen Gewebe und Organe, tauglich sein sollen, und der Eiweißkörper in der reifen Blutzelle ist wahrscheinlich eine solche Umwandlung, wie sie zur unmittelbaren Verwendung für bestimmte Ernährungszwecke erforderlich ist, was vielleicht auch mit der sich ebenfalls verändernden Hüllenmembram der Fall ist.

Liebigs Ansicht, daß das Eisen als Oxydul oder Oxyd im Hämatin enthalten sei, sucht Mulder dadurch zu widerlegen, daß es ihm nicht gelang, durch verdünnte Säuren dem Hämatin das Eisen zu entziehen, und daß er, wenn er dem Hämatin durch starke Schwefelsäure alles Eisen entzog, das ursprüngliche Verhältniß für die Aequivalentenzahlen des Stickstoffs, Kohlenstoffs, Wasserstoffs und Sauerstoffs im ausgewaschenen Körper wieder fand. Gleichzeitig fand bei dieser Entziehung des Eisens durch starke Schwefelsäure eine Wasserzersetzung Statt, wobei das Eisen den freigewordenen Sauerstoff aufnahm, ehe es sich mit der Schwefelsäure verband und Wasserstoff frei wurde. Dieses Resultat, daß nehmlich das Eisen durch starke Schwefelsäure unter Entwickelung von Wasserstoff aus dem Hämatin ausgezogen werden

kann, spricht allerdings dafür, daß es metallisch in ihm enthalten sei, für welche Ansicht noch Andere den weitern Umstand anführen, daß das Eisen durch mehrere seiner gewöhnlichen Reagentien im Blutroth nicht direct nachgewiesen werden kann; allein auch dieses ist noch kein sicherer Beweis für seinen metallischen Zustand darin, weil nach Rose viele organische Stoffe das Vermögen besitzen, die Fällbarkeit gewisser Metalloxyde durch verschiedene der gewöhnlichen Reagentien geradezu aufzuheben. Jedenfalls ist es im gegenwärtigen Augenblicke noch nicht bestimmt entschieden, ob das Eisen im Hämatin nach Liebig als Oxydul oder Oxyd, oder nach Mulder und Moleschott im metallischen Zustande, oder, wie wieder Andere behaupten, innerhalb des Radicals so darin vorhanden ist, wie in gewissen Cyanverbindungen. Wenn wir uns auf der einen Seite nicht wohl denken können, auf welche Weise das Eisen im nicht oxydirten metallischen Zustande in das Blut gelangt, so ist es auf der andern Seite eben so undenkbar, daß ein Metall, welches, wie das Eisen, eine so große Verwandtschaft zum Sauerstoff hat, in einer so sauerstoffreichen Flüssigkeit, wie das Blut, im nicht oxydirten Zustande verweilen kann. Nach Schloßberger beträgt der Eisengehalt des Hämatins unveränderlich 9%, und nach Lehmann enthalten 1000 Theile Blut 7,32 Hämatin, welches mit dem Globulin so innig verbunden ist, daß es im löslichen Zustande nicht von ihm getrennt werden kann. Getrocknet ist das Hämatin ein dunkles, metallischglänzendes, in Wasser, Säuren und Alkohol unlösliches Pulver, löst sich aber in schwachen Alkalilösungen mit braunrother Farbe auf. Nach Mulder hat auch das durch starke Schwefelsäure seines Eisens beraubte Hämatin eine dunkelbraune Farbe, ein Beweis, daß die Farbe des Bluts nicht allein von Eisen herstammt. Das Hämatin bildet sich aus einem eiweißartigen Stoff und Eisensalzen, zu dessen Bildung nach Moleschott ein sauerstoffreicher Körper beiträgt.

Die im thierischen Organismus oft so auffallenden Farbenveränderungen, welche unter verschiedenen Umständen eintreten, sind offenbar die Folgen der mannigfaltigen Umsetzungen des Hämatins, wie wir sie z. B. an den Farbenveränderungen des in der Haut extravasirten Blutes am deutlichsten beobachten können. Da nach Virchow das aus den Blutgefäßen in die Gewebe ausgetre-

tene Hämatin sich als solches nicht behaupten kann, sondern sich nach einiger Zeit in Hämatoidincrystalle verwandelt, so verdanken nach Luyten die Muskeln ihre rothe Farbe nur dem Hämatin der in die Blutgefäße eingeschlossenen Blutkörper. Das von Kölliker und Virchow entdeckte Hämatoidin ist eine Abart des Hämatins, zeigt eine vom Gelbroth bis ins Rubinrothe sich erstreckende Färbung, crystallisirt und sein Eisengehalt ist ihm durch Schwefelsäure schwer zu entziehen.

Mercier und Robin erhielten aus einer Hytatidencyste der Leber eines an Pneunomie verstorbenen Mannes eine, 3 Grm. wiegende Masse crystallisirten Hämatoidins, und die Untersuchungen hierüber zeigten, daß das Hämatoidin eisenfreies Hämatin + HO, oder dem eisenhaltigen Hämatin des Bluts gegenüber, ein Körper sei, in welchem das ausgetretene Atom Eisen durch ein Atom Wasser vertreten ist.

Was nun die Veränderung der Blutfarbe durch Sauerstoff und Kohlensäure betrifft, so wissen wir im Allgemeinen so viel gewiß, daß das Blut durch Sauerstoff heller, durch Kohlensäure dunkler wird. Bruch glaubte die Ursache der hellen Farbe des arteriellen Blutes in einer Oxydation des Hämatins suchen zu müssen; allein dagegen spricht zunächst der Umstand, daß man keine Oxydationsstufen des Hämatins kennt, und auf der andern Seite haben die Versuche von Scherer, Moleschott und Dumas dargethan, daß die von den Blutkörpern befreiten Lösungen des mit Globulin verbundenen Hämatins weder durch Durchleiten von Sauerstoff noch von Kohlensäure eine Aenderung der Farbe erlitten, obgleich Bruch durch Einwirkung von Sauerstoff und Kohlensäure auch an freigelöstem Blutzelleninhalt Farbenveränderungen eintreten sah. Da nun die beiden in den Blutkörpern vereinten Stoffe, das Globulin und Hämatin, ohne die Blutkörper weder durch Sauerstoff, noch durch Kohlensäure eine Farbenveränderung erleiden, so muß diese Farbenveränderung nothwendig von den Blutkörpern selbst abhängig sein, und dieser Erfahrung zufolge traten nun verschiedene Ansichten auf über den wirklichen Grund dieser durch Sauerstoff und Kohlensäure bewirkten Farbenveränderung, von welchen aber keine befriedigte und unter denen die von Mulder, Donders und Scherer aufgestellten die wichtigsten sind.

Mulder glaubt, daß durch Einwirkung von Sauerstoff ein

Theil der Eiweißkörper zu Proteinbi= und Tritoxyden oxydirt werde, wovon sich wieder ein Theil dieser höhern Oxydationsstufen des Proteins als Schichte um die Blutkörperchen lege, wodurch das Durchschimmern des an sich dunkeln Hämatins im arteriellen Blute sehr beschränkt werde und dieses also heller erscheinen müsse. Eine ähnliche Ansicht hat Donders aufgestellt, indem er glaubt, daß durch Einwirkung von Sauerstoff die Hüllen der Blutkörper fest und undurchsichtig, durch die der Kohlensäure dagegen aufgeweicht und mehr durchscheinend werden. Scherer suchte die Farbenveränderung in einer durch Sauerstoff und Kohlensäure bewirkten Gestaltsveränderung und glaubt, daß die Blutkörper durch Sauerstoff mehr biconcav, durch Kohlensäure dagegen mehr biconvex oder eigentlich in Kügelchen verwandelt werden, wodurch die rothen Strahlen mehr zerstreut zurückgeworfen werden und das Blut also wirklich dunkler erscheinen muß.

Andere, wie namentlich G. E. Reich, sehen die hellere Röthe des Arterienblutes als die nothwendige Folge der kurz vor dem Eintritte des dunklern Venenbluts in die vordere Herzhälfte erfolgenden Beimischung des stets heller gefärbten Nahrungssaftes aus dem ductus thoracicus in die Vena subclavia an, wodurch eine hellere Farbe des Bluts vor dem Eintritt desselben in die Lungen schon in der Vena subclavia, der Vena cava und der vordern Herzhälfte bewirkt werden muß, wozu noch der Verlust, den das Blut, sobald dasselbe der Einwirkung der atmosphärischen Luft ausgesetzt wird, an Kohlenstoff und dergleichen erleidet, das Weitere beiträgt.

Nun konnte aber, der Ansicht Mulders und Donders gegenüber, Moleschott beim bloßen Durchleiten von Sauerstoff und Kohlensäure an den Blutkörpern keine Veränderung ihrer Hüllen beobachten, obgleich auch Harleß im Froschblute die Blutkörper durch Sauerstoff weißgelblich werden sah, während nach ihm bei Einwirkung von Kohlensäure die Hüllen durchscheinend wurden, so, daß die einzelnen Körper beim Lichte roth erschienen. Was aber die von Scherer beobachteten Gestaltsveränderungen betrifft, so konnten weder Henle und Moleschott, noch J. Müller beim Durchleiten von Sauerstoff und Kohlensäure eine Gestaltsveränderung beobachten; zudem sah noch Moleschott durch eine Lösung von Eiweiß und Kochsalz das Kalbsblut ohne irgend eine

Verschrumpfung der Körperchen eben so hellroth werden, wie durch eine Lösung von Kochsalz allein.

Bezüglich der Ansicht, daß die Beimischung des hellergefärbten Nahrungssaftes das Arterienblut heller mache, ist hier nur anzuführen, daß, wäre dieß wirklich der Fall, auch bei Cyanotischen, wo die Chylusbildung ungestört ist, das Blut hell werden müßte, während dieß bekanntlich nicht der Fall ist; ebenso müßte das Blut in der Vena cava schon hell werden, wo es aber noch dunkel ist.

Da nun, diesen Ansichten zufolge, das Hämatin gar nicht oxydirt werden kann, andere Beobachter beim Durchleiten von Sauerstoff und Kohlensäure weder eine Veränderung der Hüllen, noch eine Formveränderung der Körper beobachteten, so müssen wir den Grund dieser Farbenveränderung anderswo suchen, und Moleschott glaubt ihn, wenigstens theilweise, in der größern Zahl der Blutkörperchen des venösen Blutes zu finden, da dieses der einzige Unterschied zwischen venösem und arteriellem Blute ist, welcher, unabhängig von der einfachen Anwesenheit von Sauerstoff oder Kohlensäure, auf die Farbe seinen Einfluß übt. So viel steht einmal fest, daß der Grund der Farbenveränderung des Bluts durch Sauerstoff und Kohlensäure in einer, durch die beiden genannten Gase bewirkten stofflichen Verschiedenheit der beiden Blutarten beruht.

Trotz der verschiedenen, zum Theil einander gerade entgegengesetzten Ansichten über die Farbenveränderung des Blutes, die wir in dem Vorstehenden näher bezeichneten, sind wir gegenwärtig über die Ursachen dieser Erscheinung so ziemlich im Klaren. Wie wir früher gesehen, ist das Verhältniß der farbigen Blutkörperchen zu den farblosen in dem Blute von verschiedenen Organen ein sehr verschiedenes, und nichts ist natürlicher, als daß ein Blut, welches unter sonst gleichen Verhältnissen, in demselben Volumen mehr farblose und also auch weniger farbige Blutkörperchen enthält, eine hellere Farbe zeigen muß, und so auch umgekehrt, weil die rothe Farbe des Bluts von dem farbigen Inhalte der Blutkörperchen herrührt, welcher durch die farblose, durchsichtige Hüllenmembran durchscheint, und gerade in der veränderlichen Durchsichtigkeit dieser Hüllen liegt der Grund der Farbenveränderung des Bluts, während die Durchsichtigkeit selbst durch die Form der Blutkörper bedingt wird, und Henle und Scherer haben vollkommen Recht,

wenn sie behaupten, daß die Form der Blutkörperchen auch die Blutfarbe verändert, indem das Blut um so heller erscheint, je mehr seine farbigen Zellen contrahirt sind, und um so dunkler, je mehr sie kugelig aufgeblasen sind.

Der Grund dieser physikalischen Erscheinung ist ein höchst einfacher. Durch die Contraction wird nehmlich die Hüllenmenbran der Blutkörperchen nothwendigerweise dichter, oder sogar faltig, wodurch natürlicherweise die dunkelrothe Farbe des Inhalts weniger durchscheinen kann, wozu noch der weitere Umstand kommt, daß jedes so zusammengezogene Bläschen gleichsam einen concaven Spiegel darstellt, und also die rothen Farbenstrahlen durch diese unzähigen hohlen Spiegel mehr reflektirt werden, wodurch das Blut nothwendig heller erscheinen muß. Im Gegentheil scheint nun bei den expandirten, mehr kugelig gewordenen Blutkörperchen durch die ausgedehnte und daher stark verdünnte Hüllenmenbran die dunkelrothe Farbe des Inhalts weit leichter hindurch, wobei zugleich die sphärische Gestalt der Blutkörperchen als ein convexer Spiegel dient, welcher das Licht mehr zerstreut, aus welchen Gründen das, sphärische Blutkörperchen enthaltende Blut auch mehr dunkel erscheinen muß.

Fragt man nach Beweisen hiefür, so sind diese leicht und einfach zu liefern. Wie wir früher gesehen haben, herrscht zwischen den Blutkörperchen und der Blutflüssigkeit ein endosmotisches Verhältniß, und zwar so, daß bei einer stärkern Concentration der Blutflüssigkeit ein Theil des flüssigen Inhalts des Blutkörperchens durch Endosmose in die Blutflüssigkeit tritt, wodurch dasselbe natürlich in seiner Form verändert, d. h. mehr zusammengezogen wird, während umgekehrt bei mehr verdünnter Blutflüssigkeit durch Endosmose Wasser in das Blutbläschen dringt und dasselbe ausdehnt und mehr sphärisch macht und durch diese Ausdehnung zugleich auch dessen Hüllenmenbran mehr verdünnt, also durchscheinender macht, während sie im ersten Falle dichter, also weniger durchscheinend wird. Die bekannte Thatsache, daß durch Zusatz einer concentrirten Lösung eines neutralen Alkalisalzes zu einer gewissen Quantität Blut dessen dunklere Farbe in eine hellrothe verwandelt wird, beruht auf dem ebengenannten endosmotischen Verhältnisse zwischen Blutkörperchen und Blutflüssigkeit, und wirklich erscheinen die Blutkörperchen dieses Blutes contrahirt und mehr ausgehöhlt, während

ein Zusatz von Wasser dieselbe Portion Blut augenblicklich dunkel färbt, und die Blutkörperchen unter dem Mikroskop expandirt und sphärisch erscheinen, so daß es also entschieden ist, daß die Farbe des Bluts von der Form der Blutkörperchen abhängt.

Die Untersuchungen von Harleß haben nun aufs Bestimmteste bewiesen, daß Sauerstoff die Blutkörperchen, gleich den concentrirten Salzlösungen, contrahire, während Kohlensäure, gleich dem Wasser, dieselben ausdehnt und sphärisch macht, also muß Sauerstoff die Blutfarbe heller, Kohlensäure dagegen dieselbe dunkler machen; und wenn die von Bruch gemachte Beobachtung, daß auch der von den Hüllen befreite Inhalt der Blutkörperchen durch Sauerstoff heller, durch Kohlensäure dunkler wird, sich bestätigt, so haben also diese beiden Gase eine doppelte Wirkung auf die Veränderung der Blutfarbe.

Gehen wir nun auf den wirklichen Unterschied zwischen Arterienblut und Venenblut ein, so finden wir, daß das Arterienblut mehr Fibrin und weniger Eiweiß und Fett enthält, als das venöse, weil der darin enthaltene Sauerstoff einen Theil des Eiweißes zu Fibrin und einen Theil des Fettes zu Kohlensäure und Wasser verbrennt; ebenso enthält es mehr Sauerstoff, so daß nach Magnus im Arterienblut auf 16 Volum. Kohlensäure 6 Volum. Sauerstoff, im Venenblute dagegen auf dieselbe Quantität Kohlensäure nur 4 Volum. Sauerstoff kommen. Nach Nasse enthält ferner das Arterienblut weniger Blutkügelchen, wogegen aber die Blutkörper und das Serum des arteriellen Bluts mehr Salze enthalten; da ferner mit der ausgeathmeten Luft auch Wasser entweicht, so muß das arterielle Blut auch weniger Wasser enthalten, als das venöse.

Einen weitern, wesentlichen Bestandtheil des Blutes machen die Fette, welche in ihm, mit wenigen Ausnahmen einiger unverseiften Fette, als Seifen, fettsaure Alkalisalze, vorkommen. Die früher von Berzelius ausgesprochene Ansicht, daß Eiweiß und Faserstoff stets von Fett begleitet sei, widerlegt Moleschott, indem er nachweist, daß beim Gerinnen dieser Stoffe zwar stets eine gewisse Menge Fett, aber nur rein mechanisch eingeschlossen werde. Das meiste Fett ist in den Blutkörperchen enthalten, namentlich in den farblosen, die noch reicher an Fett sind, als die farbigen. Außer den ölsauren und margarinsauren Alkalien kommt

nach Lehmann auch eine saure Ammoniakseife im Blute vor; ebenso erhielt er aus dem Blute einer Wöchnerin eine flüchtige, dem Geruch nach der Buttersäure ähnliche Säure. Boudet entdeckte im Blute das stickstoffreiche Serolin, welches nicht verseifbar und nur in heißem Alkohol und Aether löslich ist.

Bezüglich der phosphorhaltigen Blutfette, deren Phosphor nach Nasse das Eiweiß bei der Umwandlung in phosphorfreies Globulin liefern soll, wissen wir nur, daß sie vorzugsweise in den Blutkörpern vorkommen.

Nach Lehmann ist das Fett des Blutserums weniger schmierig und daher leichter crystallisirbar, als das der Blutkörperchen.

Nach Boussingault sind in 1000 Theilen Blut durchschnittlich 2,4 Fett enthalten.

Zu den Fetten des Bluts gehört auch das sogenannte Gallenfett, Cholesterin, wovon nach Becquerel und Rodier 1000 Theile Blut 0,088 enthalten; es ist in Wasser nicht, aber in fetten Oelen, heißem Alkohol und Aether löslich, wird durch Alkalien nicht verseift, und nimmt bei der Behandlung mit Schwefelsäure eine rosenrothe Farbe an. Dieses Cholesterin geht, weil es durch die Seifen des Bluts gelöst erhalten wird, vom Blute aus unverändert in die Leberzellen über, wo es nach Strecker durch die choleinsauren Salze in Lösung erhalten wird.

Nach den Versuchen von Schmidt und Bernard gehört auch der Zucker, und zwar als Traubenzucker, zu den regelmäßigen Bestandtheilen des Blutes, und es scheint, daß er nicht allein aus stärkemehlhaltiger Nahrung hervorgeht, da ihn Schmidt sowohl bei Carnivoren als bei Herbivoren als einen regelmäßigen Blutbestandtheil auftreten sah und Frerich ihn in dem Gewebe der Leber von Katzen beobachtete, die acht Tage nichts als Fleisch genossen hatten. Wie wir früher gesehen, wird Zucker nicht nur im Darmkanal, sondern auch in der Leber gebildet, und nur dem Umstande, daß er, ins Blut gelangt, gleich wieder umgewandelt wird, ist es zuzuschreiben, daß er nur in kleinen Mengen im Blute vorkommt; so fand Schmidt in 1000 Theilen Blut eines Hundes nur 0,015 Zucker.

Höchst wichtig für die Bildung des Blutes, sowie für sein Bestehen als solches und für die Erhaltung seiner Funktionen, sind die anorganischen Bestandtheile desselben, unter welchen das

Kochsalz am reichlichsten vertreten ist; außerdem enthält es noch Chlorkalium, saure, kohlensaure, phosphorsaure und schwefelsaure Alkalien, Kalk, Bittererde, Mangan und Eisen. Milton entdeckte im Menschenblut Kieselsäure und Wilson Fluorcalcium. Das Mangan erscheint im Blute als steter Begleiter des Eisens; die übrigen Metalle, wie Kupfer, Silber, Blei, kommen im Blute höherer Thiere nicht regelmäßig vor; dagegen hat man im Blute niederer Thiere Kupfer als regelmäßigen Bestandtheil beobachtet, und nach Harleß soll es im Blute der Weinbergschnecke sogar das Eisen vertreten.

Das Blut reagirt alkalisch und verdankt diese Reaktion hauptsächlich dem phosphorsauren Natron; im Ganzen herrscht im Blute das Natron weit über das Kali vor, und unter den Erden herrscht nach Liebig der Kalk über die Bittererde vor. Nach Moleschott sind nach dem Kochsalz die kohlensauren und phosphorsauren Alkalien im Blute am meisten vertreten, doch so, daß mehr Aequivalente des kohlensauren, als des phosphorsauren Alkali im Blute enthalten sind. Nach den Untersuchungen von Chatin enthalten viele Thiere, und zwar sowohl Land- als Wasserthiere, Jod; da nun, den neuesten Untersuchungen zufolge, sowohl in der Luft, als im Wasser und den Pflanzen Jod enthalten ist, so kommt es ohne Zweifel im Blute des Menschen und dem der Carnivoren auch vor, und wir haben gegenwärtig um so mehr Grund, das Jod als wesentlichen Bestandtheil des menschlichen Organismus anzusehen, als, wie früher schon bemerkt wurde, die Unsersuchungen von Fourcault und Chatin das Vorkommen von Cretinismus und Kröpfen namentlich in jenen Alpenthälern nachwiesen, die sich durch Mangel an Jod in Luft, Boden, Wasser und der Pflanzenwelt auszeichnen.

Liebig und Enderlin nehmen aus dem Umstande, daß sie in der Blutasche keine kohlensauren Alkalien fanden, an, daß das Blut keine kohlensauren Salze enthalte; allein auf der andern Seite haben Lehmann, Mulder, Verdeil und Moleschott das Dasein von kohlensauren Salzen im Blute bestimmt nachgewiesen. Letzterer nimmt, seinen Untersuchungen zufolge, das Dasein von kohlensauren Alkalien in der Blutasche an, wobei er auf den wohl zu berücksichtigenden Umstand aufmerksam macht, daß, wenn wirklich ausnahmsweise in der Blutasche keine kohlensauren

Alkalien enthalten sein sollten, dieses nur ein Beweis wäre, daß die Menge des gewöhnlichen phosphorsauren Natrons groß genug war, um das kohlensaure zu zersetzen, ein Umstand, der bei der Einäscherung des Bluts von Carnivoren wohl eintreten kann.

Nach Häser beträgt der mittlere Salzgehalt in 1000 Theilen Menschenblut 6,88, wovon auf die Erdsalze 0,52 kommt, das Uebrige auf die alkalischen Salze und Chlormetalle; eine Menge, die sich jedenfalls viel geringer ausweist, als die Salze der Nahrung, was daraus erklärlich ist, daß die Salze das Blut viel schneller verlassen, als die organischen Bestandtheile desselben.

Auf die Verwandtschaft organischer Verbindungen zu anorganischen Stoffen hat schon Liebig aufmerksam gemacht und als das hervorragendste Beispiel in dieser Beziehung die Verwandtschaft des Eiweiß zum Phosphor und Schwefel, sowie die des Hämatins zum Eisen dargestellt; ebenso hat auch Schmidt gezeigt, daß Chlorkalium hauptsächlich in den Blutkörperchen, welche kein Kochsalz enthalten, vorkommt, während letzteres hauptsächlich in der Blutflüssigkeit, die nur sehr wenig Chlorkalium enthält, vorhanden ist, sowie in der erstern hauptsächlich Phosphorsäure, in der letztern dagegen Schwefelsäure, Kohlensäure, Kalk und Bittererde vorkommen, so, daß also in den Blutkörpern die organischen Stoffe vorzugsweise an Kali, in der Blutflüssigkeit dagegen an Natron gebunden sind. Nach demselben Forscher sind die Verhältnisse der organischen Bestandtheile zu den anorganischen in den Blutkörperchen und in der Blutflüssigkeit so fest, daß sie auch durch die Nahrung durchaus nicht verändert werden, wie auch aus Liebig's Versuchen hinsichtlich des Kochsalzgehaltes des Bluts hervorgeht, da sich beim Vergleich der Aschenbestandtheile der vegetabilischen Nahrung der Herbivoren mit denen des Bluts herausstellt, daß die Blutasche weit mehr Kochsalz enthält, als die Futterasche, sowie auch der Kochsalzgehalt der Harnasche viel kleiner ist, als der des Blutes; es muß also in den Blutgefäßen eine Ursache wirken, die sich sowohl der Vergrößerung als der Verringerung des Kochsalzgehaltes entgegensetzt, und dieses kann nur die erwiesene Verwandtschaft organischer Formen zu anorganischen Stoffen sein. Dieselbe Verwandtschaft treffen wir auch in der Pflanzenwelt; es gibt nehmlich viele Pflanzen, die ohne bestimmte anorganische Stoffe ihre Entwicklung nicht erreichen, und auch

hier ist die Verwandtschaft der Pflanze, nicht der Reichthum des Bodens, das Entscheidende für die Aufnahme der anorganischen Bestandtheile; so enthielten nach Schulz-Fleeth Wasserpflanzen, wie Stradioides aloides, viel mehr Bittererde als Kalk, obwohl der Boden des Bachs, in dem sie gewachsen, zehnmal mehr Kalk als Bittererde enthielt, und nach Forchhammer enthalten Seepflanzen durchschnittlich eben so viel, oder noch mehr Kali, als Natron.

Wenn auch im Allgemeinen die Quantität der anorganischen Bestandtheile im Körper von der Nahrung abhängt, so gibt es also doch feste, von der Nahrung in dieser Beziehung unabhängige Verhältnisse, wie z. B. der Kochsalzgehalt der Blutflüssigkeit, und ein Hund, welcher 18 Tage lang mit Fleisch gefüttert wurde, enthielt nach Liebig dieselbe Menge Kochsalz in seinem Blute, wie nach 20tägiger Fütterung mit Brod. Hiedurch wird aber, wie Moleschott ganz richtig bemerkt, die Wichtigkeit der anorganischen Stoffe in der Nahrung durchaus nicht vermindert; denn je fester das Verhältniß der anorganischen Stoffe zu den organischen bestimmt ist, desto weniger darf eine gewisse Menge der anorganischen Blutbestandtheile fehlen ohne Störung der Gesundheit; als Beispiel hievon tritt der Mangel an Eisen im Blute auf und der Mangel an Jod in jenen, oben bezeichneten Alpenthälern.

Im Allgemeinen aber werden, wie schon bemerkt, die anorganischen Blutbestandtheile durch die Nahrung bestimmt; da nun nach Verdeil bei vegetabilischer Nahrung die kohlensauren Salze des Bluts bedeutend zunehmen, während umgekehrt bei vorherrschender Fleischnahrung die phosphorsauren Salze vorherrschen, so muß das Blut der Carnivoren mehr Phosphorsäure enthalten, als das der Herbivoren, so, daß nach Verdeil das Blut eines fleischfressenden Hundes 36% Phosphorsäure, das eines Schaafes kaum 14% enthält. Nun behauptet Liebig, daß trotz des großen Wechsels zwischen Phosphorsäure- und Kohlensäuregehalt im Blute verschiedener Thierklassen derselbe ohne allen Einfluß auf die Eigenschaften des Blutes sei, weil das Blut seine alkalische Eigenschaft doch behalte, ob Kali mit Kohlensäure oder mit Phosphorsäure im Blute vorherrschend verbunden sei, weil das phosphorsaure Alkali in seinen Eigenschaften identisch sei mit dem kohlen-

sauren Alkali; beide schmecken und reagiren nehmlich alkalisch, und das phosphorsaure Natron nimmt nach Liebig in seiner Lösung bei Gegenwart von freier Kohlensäure eben so viel Kohlensäure auf, die es in gleicher Weise im luftleeren Raume wieder abgibt. Moleschott bestreitet die Angabe Liebigs, indem er namentlich den Hauptgrund der von Liebig hervorgehobenen Identität dieser beiden Salze, daß nehmlich das kohlensaure Salz und das phosphorsaure Salz beide in gleicher Weise Kohlensäure aufnehmen, zu widerlegen sucht, dabei aber doch selbst sagt, daß es wahr sei, daß eine Lösung von gewöhnlichem phosphorsaurem Natron sehr viel Kohlensäure aufnehme, die sie jedoch durch die Luftpumpe vollständig wieder austreten lasse.

Durch diese theilweise Ersetzbarkeit der Phosphorsäure durch Kohlensäure im Blute, und umgekehrt, ist es nach Liebig erklärlich, warum der Wechsel von vegetabilischer und animalischer Nahrung im Leben des Menschen keine wahrnehmbare Veränderung der normalen Lebensorgane herbeiführt, obwohl das Blut hiedurch eine wesentliche Verschiedenheit in seiner Zusammensetzung, bezüglich seiner unverbrennlichen Bestandtheile, erleidet.

Daß die alkalische Beschaffenheit des Bluts nicht verändert wird, ob in demselben phosphorsaure oder kohlensaure Alkalien vorherrschen, ist natürlich; aber auf der andern Seite ist es eben so richtig, daß es für die Gewebebildung nicht gleichgiltig sein kann, welches dieser beiden Salze das Blut in überwiegender Menge enthalte, da kohlensaure Salze zur Gewebebildung gar nichts beitragen, während die Phosphorsäure für den Lebensprozeß von hoher Wichtigkeit ist, da sie, wie Liebig selbst sagt, ein nie fehlender Bestandtheil aller Flüssigkeiten und aller geformten Theile des thierischen Körpers ist; so ist sie in den Knochen an Kalk, in den Muskeln an Kali und Bittererde, im Gehirn an Natron, Kali, Eisen, Kalk und Bittererde, und in der Leber an Alkalien, Erden und Eisen gebunden. Wie übrigens der Wechsel von kohlensauren und phosphorsauren Alkalien im Blute nicht ohne Einfluß auf die Gewebebildung sein kann, so ist er, wie Liebig selbst zugibt, auch nicht ohne Einfluß auf den Secretionsprozeß; da nehmlich die Salze des Harns aus dem Blute durch die Nieren abgesondert werden, nachdem sie vorher Bestandtheile des Blutes waren, so kann man mit Recht von der Zusammen=

setzung des Harns in dieser Beziehung auf die Beschaffenheit und Zusammensetzung des Blutes schließen. So liegt nach Liebig gerade in der überwiegenden Menge von kohlensauren Salzen im Blute der Herbivoren der Grund, warum in ihrem Harn Eisen und phosphorsaure Salze fehlen. Im Harn kann nehmlich keine Substanz enthalten sein, die in ihm unlöslich ist, deswegen fehlen auch die von diesen Thieren in ihrem Futter täglich in so großer Menge aufgenommenen und ins Blut übergeführten phosphorsauren Salze, weil die Flüssigkeit, die so viele kohlensaure Alkalien und kohlensaure Erden enthält, phosphorsaure Erden nicht lösen kann, aus welchem Grunde bei diesen Thieren alle nicht verbrauchte Phosphorsäure in Form von phosphorsaurem Kalk und phosphorsaurer Bittererde, wie auch Buchner in seinen Analysen gezeigt, durch die Fäces entleert wird.

Als ein Beweis gegen die Ansicht Liebig's, daß kohlensaure und phosphorsaure Salze sich im Blute ersetzen können, möchte doch der Umstand dienen, daß nicht einmal Kali und Natron, so ähnlich sie sich in ihren Eigenschaften sind, einander ersetzen können im Blute. Nach Liebig übertrifft im Blute der Herbivoren die Menge des kohlensauren Natrons die des Kali mehr als um das Doppelte, obwohl die Asche ihrer Nahrung keine Spur von kohlensaurem Natron enthält, woraus hervorgeht, daß Natron vermöge seiner Eigenthümlichkeit sich vorzugsweise für die Vorgänge im Blut und Blutsystem eignet, während dieses beim Kali und den Kalisalzen bezüglich des Muskelsystems der Fall ist, so daß sich also diese beiden, so ähnlich sie sich auch in ihren Eigenschaften sind, nicht ersetzen können.

Die Ansicht Liebig's, daß der Phosphor nur als Phosphorsäure in den Eiweißkörpern des Bluts enthalten sei, bestreitet Mulder ebenfalls und behauptet, daß nicht aller Phosphor als Phosphorsäure darin vorkomme, welche Behauptung er auf folgendes einfache Verfahren stützt: wenn man nehmlich den phosphorreichsten Eiweißkörper, das Legumin, mit Salzsäure, schwefelsaurer Bittererde und Ammoniak behandelt, erhält man nur Spuren von phosphorsaurer Ammoniak-Bittererde, welche geringe Menge daher kommt, daß durch die Salzsäure der in allen Eiweißkörpern enthaltene phosphorsaure Kalk zerlegt und dadurch die Phosphorsäure frei wird, die sich dann mit der Bittererde und

dem Ammoniak verbindet und einen Niederschlag bildet. Behandelt man dagegen das Legumin statt mit Salzsäure mit Salpetersäure, schwefelsaurer Bittererde und Ammoniak, dann erhält man nach Mulder viel phosphorsaure Ammoniak=Bittererde, weil die Salpetersäure auch noch den im Legumin enthaltenen Phosphor zu Phosphorsäure oxydirt, was die Salzsäure nicht vermochte.

Die zur Blutbildung und Ernährung tauglichen Stoffe müssen, wie uns Liebig gezeigt, Kohlensäure oder Phosphorsäure und Alkalien in einem solchen Verhältniß enthalten, daß die Letztern unveränderlich vorwalten, weil das freie Alkali im Blute eine sehr wichtige Rolle spielt und das Blut also nothwendig eine alkalische Beschaffenheit haben muß. Das freie Alkali nehmlich ist es, welches nach Liebig die Hauptbestandtheile des Blutes in Auflösung erhält, so daß, je alkalischer das Blut ist, um so höher auch der Gerinnungspunkt des Albumins steigt, und bei einem gewissen Verhältnisse von Alkali das Albumin selbst durch Hitze nicht mehr gerinnt. Durch das Alkali erhält ferner das Blut die Fähigkeit, gewisse anorganische Bestandtheile, wie Eisenoxyd und andere Metalle, zu lösen, sowie es die alkalische Beschaffenheit ist, welcher das Blut seine Fähigkeit verdankt, mit Leichtigkeit sich durch die feinsten Gefäße zu bewegen wegen der geringen Durchbringlichkeit der Gefäßwände für alkalische Flüssigkeiten. Die alkalische Blutbeschaffenheit ist ferner eine der wichtigsten Bedingungen des organischen Verbrennungsprozesses, da nach Chevreil viele organische Verbindungen bei Berührung oder in Gegenwart eines freien Alkalis das Vermögen erhalten, sich mit Sauerstoff zu verbinden, eine Fähigkeit, die sie für sich, bei der Temperatur des thierischen Körpers, durchaus nicht besitzen. So wird z. B. die Fähigkeit des Milch= und Traubenzuckers, Sauerstoff aufzunehmen, in Gegenwart eines Alkalis so groß, daß er bei gelinder Wärme selbst Metalloxyden seinen Sauerstoff entzieht, und nach Frerich wird die Harnsäure bei Gegenwart eines Alkalis in Oxalsäure und Harnstoff überführt.

Durch den, in Folge des im Blute enthaltenen freien Alkalis gesteigerten Verbrennungsprozeß erscheinen auch die Salze der organischen Säuren, wie z. B. das äpfelsaure, citronensaure und essigsaure Kali, wie sie in der Nahrung genossen werden, im Harn als kohlensaure Salze wieder, da ihre organischen Säuren

im Blute zu Kohlensäure und Wasser verbrannt werden; werden aber dieselben organischen Säuren, die, in Form von Salzen genossen, im Blute so schnell verschwinden, ohne Alkalien genossen, so erscheinen sie größtentheils im Harne unverändert wieder.

Es ist gewiß, sagt Liebig, daß die neutralen pflanzensauren Salze die alkalische Beschaffenheit des Bluts nicht ändern, während die freien Säuren bei ihrem Uebergang ins Blut, indem sie sich eines Theils des Alkalis bemächtigen, eine entsprechende Menge der damit verbundenen Phosphorsäure in Freiheit setzen, die nicht, wie die Kohlensäure, gasförmig und ausathembar ist, sondern das Blut nur dann verläßt, wenn sie durch eine Ursache dazu genöthigt wird; ein Theil des Bluts, zu dem diese Säure gelangt, verliert seine alkalische Beschaffenheit und wird, da diese Säure durch die Nieren bald wieder ausgeschieden wird, vorübergehend sauer. Bei dem überwiegenden Gehalt an Phosphorsäure im Blute der Carnivoren setzt diese nach Liebig der chemischen Wirkung des Alkalis einen Widerstand entgegen, der im Blute der Herbivoren fehlt, daher die Secretion von Harnsäure und der saure Harn, während die Harnsäure in dem überwiegend alkalischen Blute verbrennt; die Absonderung der freien Säure im Harn der Carnivoren ist also nothwendig zur Erhaltung der alkalischen Beschaffenheit des Blutes, da eine saure Blutbeschaffenheit auf die Funktion des Bluts nur störend wirkt. Wird nun die zur Erhaltung der alkalischen Blutbeschaffenheit so nothwendige Secretion der freien Säure in Folge von Störungen in den Nieren unterdrückt, oder wenn in Folge eines krankhaften Umsatzes der Gebilde, wie z. B. bei Entzündung und dgl. die in diesen Theilen gebundene Phosphorsäure frei wird und ins Blut kommt, so erkennt man nach Liebig die Aenderung der alkalischen Blutbeschaffenheit an dem vermehrten Gehalt von Harnsäure im Harn; daher die guten Folgen einer richtigen Aenderung der Nahrung bei diesen Krankheiten; indem nehmlich statt Fleisch und Brod saftreiche Pflanzennahrung gereicht wird, wird das Blut in seiner chemischen Mischung geändert, wobei die in so vielen Krankheiten störende Phosphorsäure oder das phosphorsaure Alkali durch kohlensaures ersetzt wird.

Von den Gasen enthält das Blut, wie wir oben gesehen, Kohlensäure, Sauerstoff, der durch das Athmen aufgenommen wird, und endlich Stickstoff, welcher, weil er mit der ausgeath-

meten Luft ausgeschieden wird, als Erzeugniß des Stoffwechsels betrachtet wird; daß übrigens nicht die ganze Quantität des im Blute enthaltenen und durch Athmen aus dem Körper ausgeschiedenen Stickstoffs Erzeugniß des Stoffwechsels ist, hat schon Pristley bewiesen, indem er durch seine Versuche die Stickstoff-Absorption während des Athmens darthat; nach ihm waren es besonders Davy, dann Edwards und Pfaff, welche dieselben Resultate erlangten; wenn nun auch, diesen Forschern gegenüber, Allen fand, daß die ausgeathmete Luft von Thieren, die in einer Mischung von Wasserstoffgas und Sauerstoffgas athmeten (also während des Athmens keinen Stickstoff absorbirten), ebenfalls Stickstoff enthielt, so ist dieß weiter nichts, als ein Beweis, daß neben dem durch Athmen absorbirten Stickstoff auch ein Theil des im Blute enthaltenen Stickstoffs vom Stoffwechsel herrührt. Bekanntlich ist ja freier Stickstoff in den Gedärmen enthalten, und da das Blut, andern Flüssigkeiten analog, Stickstoff zu absorbiren vermag, so kann man immer annehmen, daß der überschüssige Stickstoff im Darmkanal von dem Pfortaderblut ins arterielle Blut übergeführt werde, um so mehr, als die Versuche von Magnus und Reid Clanny bewiesen, daß sowohl das venöse als das arterielle Blut Stickstoffgas enthalte, nach letzterem Forscher aber dessen Quantität im arteriellen Blut größer ist, als im venösen. Wenn man bei der gewöhnlichen Respiration weder eine Zu- noch eine Abnahme des Stickstoffs beobachtet, so muß man nach Müller immer bedenken, daß der Stickstoff während der Respiration zugleich absorbirt und exhalirt wird.

Die so falsche Ansicht einiger frühern Forscher, daß der im Blute enthaltene Stickstoff für den vitalen Prozeß der Reproduction im Organismus verwendet werde, hat Liebig aufs Klarste widerlegt und die Behauptung aufgestellt, daß kein Stickstoff aus der Luft im Lebensprozeß verwendet werde, sonst wären ja die stickstoffhaltigen Nahrungsmittel keine absolute Nothwendigkeit für den thierischen Organismus.

Die Wassermenge des Bluts beträgt nach Moleschott als Mittel von verschiedenen Untersuchungen 789,75 in 1000 Theilen Blut. Bei kochsalzreicher Nahrung sah Poggiale den Wassergehalt des Bluts abnehmen, weil eine salzärmere Flüssigkeit zu einer salzreichern, die durch eine thierische Membran von ersterer

getrennt ist, übergeht; dieser Wasserverlust des Bluts ist auch der Grund des Durstes nach starkgesalzenen Speisen. Die aufgenommenen Getränke vermehren, weil sie durch die Nieren gleich wieder abgehen, den Wassergehalt des Blutes nur vorübergehend.

Was die Menge des Bluts überhaupt betrifft, so ist diese in den verschiedenen Klassen der höhern Thiere verschieden; nach Valentin verhält sich das Gewicht des Blutes zu dem des Körpers wie 1 : 4,25, und der Mensch besitzt nach ihm mehr Blut als irgend ein Thier.

Wenn es nun, wie wir gesehen, feste und unveränderliche, von der Nahrung unabhängige Verhältnisse bezüglich der anorganischen Blutbestandtheile gibt, so hängt doch im Allgemeinen die Quantität dieser anorganischen Bestandtheile des Bluts von der Nahrung ab; weit mehr ist dieses aber der Fall hinsichtlich der organischen Blutbestandtheile. Eiweißreiche Nahrung vermehrt den Eiweißgehalt des Serums, und Lehmann sah bei eiweißreicher Diät den Fibringehalt des Bluts sich beinahe um das Dreifache vermehren, während Nasse eine Fibrinvermehrung bei großen Gaben von Kochsalz und Poggiale durch Kochsalz die Blutkörper sich vermehren sah.

Da Nasse in der Fettmenge des Gänsebluts Unterschiede von 1,5 bis 70,8 in 1000 Theilen beobachtete, so muß der Fettgehalt des Bluts, in Beziehung auf seine Menge, hauptsächlich von der Nahrung abhängen.

Die Untersuchungen von Lecanu, Poggiale, Lehmann, Schulz, Nasse, Schmidt, Simon, Becquerell und Denis haben dargethan, daß Alter, Geschlecht, Temperament und Schwangerschaft einen entschiedenen Einfluß auf die Blutmischung haben. Den Untersuchungen genannter Forscher zufolge enthält das Blut des Fötus weniger Serum, dagegen mehr Blutkörper und mehr Eisen, während Eiweiß und Fett in Beziehung auf ihre Menge sich normal zeigen. Das Blut der Kinder enthalt weniger Salze, als das Erwachsener, auch weniger Faserstoff, welcher aber gegen die Zeit der Pubertät zunimmt. Das Männerblut enthält weniger Eiweiß und weit mehr Blutkörper, als das Frauenblut, während Letzteres reicher an Fett ist; ebenso ist bezüglich der Gerinnbarkeit ein Unterschied, indem das Männerblut, wenn auch langsamer, aber viel fester gerinnt, als das der Frauen. In dem an Serum

reichern Frauenblut ist der Salzgehalt nur scheinbar reicher als im Blute der Männer, weil dieser Mehrgehalt nur auf der größern Menge von Serum beruht, da Lehmann in denselben Quantitäten von Serum des Männerbluts etwas mehr Salze fand.

Im Blute der Schwangern ist das Eiweiß vermindert, ebenso die Menge der Blutkörperchen, während der Faserstoff, das Casein, sowie der Wassergehalt darin vermehrt ist. Die Vermehrung des Fibrins im Blute der Schwangern ist nach Zimmermann die Folge der unvollkommenen Zersetzung des Fibrins zu Harnstoff in Folge des durch den ausgedehnten Uterus gehinderten Athmens.

Das Menstrualblut ist durch seinen großen Wassergehalt und dadurch ausgezeichnet, daß es gar keinen Faserstoff enthält, und aus diesem Grunde nicht so schnell in Fäulniß übergeht, da ja gerade das Fibrin, als eine in einer innern chemischen Bewegung begriffenen Substanz, welches sogar Wasserstoffüberoxyd zersetzt, so schnell fault.

Während der Schwangerschaft sind die anorganischen Bestandtheile des Bluts im Allgemeinen vermindert; nach der Niederkunft aber nimmt das Blut namentlich an Gehalt von Bittererde und Eisen zu, weil die während der Schwangerschaft verminderte Menge von Blutkörperchen nach derselben wieder zunimmt.

Die Resultate der verschiedenen Untersuchungen über das Blut des Menschen sind, dem gegenwärtigen Stande der Wissenschaft zufolge, nach dem eben Gesagten nun kurz folgende:

1. Das Blut besteht aus Blutkörperchen und dem Blutplasma (Blutflüssigkeit), in welch' Letzterem Fibrin, Albumin, vielleicht auch Casein, Zucker, Extractivstoffe, Fette und anorganische Bestandtheile enthalten sind.

2. Von den anorganischen Bestandtheilen ist in dem Blutkörperchen vorzugsweise Kali, in der Blutflüssigkeit Natron enthalten; doch herrscht im Ganzen im Blute das Natron weit über das Kali vor, und unter den Erden der Kalk über die Bittererde.

3. Das Eisen ist in dem Inhalt der Blutkörperchen enthalten, es mag dieser das mit Hämatin verbundene Globulin, oder Funke's Hämatocrystallin sein.

4. Die im Blute enthaltenen Körperchen oder Zellen sind theils farbige, theils farblose.

5. Die rothgefärbten, oder die eigentlichen Blutkörperchen

sind kreisrunde, biconcave Scheibchen mit abgerundeten Rändern, durchsichtiger Hüllenmembran und einem dickflüssigen Inhalt, und zeigen große Neigung, sich mit ihren platten Seiten aneinander zu legen, und auf diese Weise Säulchen, sogenannte Geldrollen, zu bilden.

6. Zwischen dem Inhalt der rothen Blutkörperchen und der Blutflüssigkeit besteht ein endosmotischer Austausch.

7. Die farblosen Blut- oder Lymphkörperchen sind blasse, sphärisch gebildete Zellen mit einem oder mehreren Kernen und einer etwas rauh aussehenden Oberfläche.

8. Diese farblosen Zellen werden vorzugsweise in der Milz, der Leber und den Lymphdrüsen gebildet, und sie sind die Mutterkörper der farbigen Blutkörperchen, welche Umwandlung zum Theil schon in den genannten Organen, hauptsächlich aber im kreisenden Blute vor sich geht.

9. Diese Umwandlung von farblosen in farbige Blutkörperchen erfolgt allmählig und durch Uebergangsstufen, wobei der Kern der farblosen Zellen chemisch umgewandelt wird, und das Produkt dieser Umwandlung nimmt Theil an der Bildung des in den rothen Zellen enthaltenen, crystallisirbaren Proteinkörpers, welcher roth gefärbt ist.

10. Gleichzeitig mit der Bildung des Inhalts ändert das bisher sphärisch gebildete farblose Körperchen seine Form zu einem runden, biconcaven Scheibchen.

11. Diese so gebildeten rothen Blutzellen bestehen aus einer, wahrscheinlich aus Eiweißkörpern und Fett gebildeten Hüllenmenbran und einem Inhalt.

12. Diese Hüllenmembran ist durchsichtig und ihre Form und ihre Farbe ändert sich nach dem Inhalt des Bläschens.

13. Der aus Eiweißkörpern, Fett und anorganischen Bestandtheilen sich bildende Inhalt ist seinen Eigenschaften nach ein Proteinkörper, welcher nach der Ansicht der meisten Forscher aus dem mit dem Hämatin (rothen Farbstoff) innig verbundenen Globulin besteht. Nach F u n k e aber ist dieser Inhalt nur einziger Körper, dessen rothe Farbe eine seiner Eigenschaften ist, und welcher unter Einwirkung von Licht, Sauerstoff und Kohlensäure crystallisirt und demzufolge von F u n k e den Namen: „Hämatocrystallin" erhalten hat.

14. Dieses Hämatocrystallin zeigt in dem Blute der verschiedenen Organe verschiedene Crystallformen, welche sich neben der Form auch durch die verschiedenen Grade ihrer Löslichkeit unterscheiden.

15. Da nach Lehmann die Art der Wirkung von Licht, Sauerstoff und Kohlensäure, welche die Crystallisation des Blutbläscheninhalts bedingen, eine chemische ist, so muß das Hämatocrystallin doch eine, wenn auch noch so unbedeutende, Differenz von dem ursprünglichen Zelleninhalt zeigen.

16. Weil dieses Hämatocrystallin in den verschiedenen Blutarten verschiedene Crystallformen zeigt und auch die Löslichkeit derselben eine sehr verschiedene ist, so müssen in den verschiedenen Blutarten mehrere, wenn auch noch so verwandte Verbindungen vorkommen.

17. Das Hämatocrystallin enthält Eisenoxyd und Salze.

18. Die Ansicht, daß der rothe Inhalt der Blutkörperchen nur ein einziger Proteinkörper sei, begründet Funke damit, daß er hervorhebt, daß es noch Niemand gelang, aus den Blutkörperchen eine chemisch reine, farbstofffreie Proteinsubstanz darzustellen, und behauptet bezüglich des Hämatins, daß die mit schwefelsäurehaltigem Alkohol aus coagulirten Blutzellen ausgezogene Substanz nur das Produkt einer chemischen Einwirkung auf jenen so leicht veränderlichen Inhalt sei.

19. Das Wesen der Funktion der rothen Blutkörperchen besteht in physikalischen und chemischen Vorgängen.

20. Das Hämatocrystallin hat eine große Verwandtschaft zum Sauerstoff und nimmt denselben in den Lungen auf und gibt ihn in den Capillargefäßen wieder ab.

21. Die Funktion der rothen Blutkörperchen dauert nur eine gewisse Zeit, dann gehen sie zu Grunde, wobei sowohl der Inhalt, als die Membran derselben wieder zur Ernährung verwendet wird, während an ihrer Stelle die aus den farblosen Zellen neugebildeten Blutkörperchen die Funktion der untergegangenen übernehmen.

22. Die im Blute enthaltenen Gase sind Sauerstoff, Kohlensäure und Stickstoff, und diese sind dem Blute nicht bloß mechanisch beigemischt, sondern größtentheils chemisch darin gebunden, und zwar sowohl in den Blutkörperchen, als in der Blutflüssigkeit.

So ist der Sauerstoff in den Blutkörperchen an deren Inhalt (das Hämatocrystallin), in den Blutplasma an Albumin und Fibrin gebunden, die Kohlensäure zum Theil auch an den Inhalt der Blutkörperchen, vorzugsweise aber an das im Blutplasma gelöste kohlensaure Natron, welches dadurch in Bicarbonat umgewandelt wird.

23. Die hellere oder dunklere Farbe des Arterien- und Venenbluts hängt von der Form der rothen Blutkörperchen ab, welche durch Aufnahme von Sauerstoff und Kohlensäure bedingt wird.

24. Die in dem Blute enthaltenen sogenannten Extractivstoffe sind Rückbildungsstoffe, welche vom Blute nur aufgenommen werden, um sie den passenden Secretionsorganen zuzuführen.

25. Der Zucker ist ein constanter Bestandtheil des Blutes und wird theils im Darmkanal, theils in der Leber gebildet, wovon übrigens nur ein kleiner Theil ins Blut gelangt, während der größere Theil bald wieder weiter umgewandelt wird.

26. Die alkalische Blutbeschaffenheit ist höchst wichtig für den organischen Verbrennungsprozeß.

27. Der Wassergehalt des Blutserums wird selbst durch reichliche Wassereinnahme nicht vermehrt, weil das Blut in gleichem Maaße das Wasser durch Nieren und Haut wieder ausscheidet, wie es dasselbe aufnimmt.

28. Die Leber, Milz und die Lymphdrüsen sind Blutbereitungsorgane, weil vorzugsweise in ihnen die Mutterzellen der rothen Blutkörperchen gebildet werden.

---

Wie wir zum Theil schon bei der Verdauung gesehen, noch mehr aber bei der Anbildung, Rückbildung und Entwickelung der thierischen Wärme sehen werden, beruht der normale Vorgang des ganzen Stoffwechsels im thierischen Organismus auf einer gehörigen Aufnahme von Sauerstoff, und diese wieder zunächst auf einer gehörigen Ausscheidung von Kohlensäure, und diese beiden Vorgänge werden bei den höhern Thieren und beim Menschen vorzugsweise durch die Respiration vermittelt. Nachdem wir nun in dem bis hieher Gesagten die zum Zweck der normalen Funktion des Blutes so unumgänglich nöthige Aufnahme von Stoffen Schritt für Schritt verfolgt, erübrigt noch, die letzte Aufnahme des Bluts von der Außenwelt durch die Lungen, nehmlich die Aufnahme von

Sauerstoff, ohne welchen aller Stoffwechsel im Organismus undenkbar ist, einer näheren Betrachtung zu unterwerfen. Wie aber die Lungen diejenigen Organe sind, durch welche diese letzte Aufnahme in das Blut vermittelt wird, so sind sie auch diejenigen, welche gleichzeitig auch die Ausscheidung der ersten excrementiellen, direct an die Außenwelt abgegebenen Stoffe, nehmlich die Ausscheidung von Kohlensäure, Wasser und Stickstoff vorzugsweise vermitteln.

Lungen. Wie wir gesehen, wird das venöse Blut durch Abgabe von Kohlensäure und Wasser und durch Aufnahme von Sauerstoff in arterielles verwandelt, und der Austausch dieser Gase geht in den Lungen auf rein mechanische Weise vor. Die Lungen bestehen nehmlich aus baumförmigen Verzweigungen von Luftgefäßen, die immer feiner werden, so daß sie zuletzt mit einem Bläschen (Lungenzelle) blind enden, welche Bläschen in ihren sehr dünnen Wandungen mit einem engen Netz sehr feiner Blutgefäße durchzogen sind, so daß die in den Lungenzellen enthaltene Luft nur durch diese höchst feine Membran von dem in den Capillargefäßen ihrer Wandungen enthaltenen Blute getrennt ist, und durch diese zarten, mit der Flüssigkeit des Bluts stets getränkten Wandungen tauschen sich die in dem Blute der Haargefäße der Wandungen der Lungenzellen enthaltene Kohlensäure und Wasser, sowie der in der Luft der Bläschen selbst enthaltene Sauerstoff nach den Gesetzen der Diffusion als Gase mit Gasen aus, indem durch Erweiterung des Brustkastens rein physikalisch nicht nur die Luft von Außen, sondern auch die Gase des Bluts von Innen in die Lungenzellen strömen. Die absondernde Oberfläche wird also in der Lunge des Menschen durch Höhlenverästlungen im Innern der Lungen vergrößert und der Wechsel des Drucks erneuert die athembaren Gase.

Obgleich diese Lungenbläschen im Ganzen eine verschiedene Form haben, so sind sie meist rundlich oder länglich, an der Oberfläche der Lungen aber von Außen mehr platt. Sie sind sehr elastisch und demnach einer beträchtlichen Erweiterung fähig, abgesehen aber von dieser Erweiterungs-Fähigkeit ist ihre Größe sehr verschieden; im Tode aber sind sie stets kleiner, so daß nach Wagner ihre Größe zwischen $\frac{1}{6}$ — $\frac{1}{18}'''$ wechselt, weil im Leben das Lungengewebe auch während der Exspiration bedeutend aus-

gedehnt ist. In diesen Lungenbläschen, welche die letzten Endigungen der Bronchien bilden, kann man nur noch eine einzige, aus Bindegewebe und dichten elastischen Balkennetzen gebildete Membran unterscheiden, während die gröbern Verästlungen der Bronchien in den Lungen außer dem submucösen Bindegewebe und dem Epithelium, wie wir unten sehen werden, aus zwei Häuten bestehen. In ihrem Innern sind sie mit einem, aus einer einfachen Lage rundlicher Zellen bestehenden Epithelium überzogen, während die elastischen Fasern die Basen der Bläschen umgeben und dieselben von einander abgränzen, überhaupt das Gerüste des Lungengewebes bilden. Unmittelbar unter dem Epithelium befindet sich das Capillargefäß-Netz, welches von einem zwischen den elastischen Fasern sich befindlichen Bindegewebe getragen wird, so daß nach Kölliker der Abstand der Gefäße vom Epithelium nur 0,001''' beträgt. Das diese Luftbläschen umspinnende Capillargefäßnetz ist nicht nur das dichteste, sondern auch das feinste Capillargefäßnetz, welches im Körper vorkommt, indem nach Kölliker der Durchmesser dieser Capillargefäße nur 0,003 — 0,005''' beträgt, während die Maschen desselben einen Durchmesser von 0,002 — 0,008''' haben, also nicht viel weiter sind, als die Capillargefäß-Röhrchen selbst, so daß diese Netze die Wandungen der Bläschen zu bilden scheinen.

Der Ausführungsgang der Lungen ist die Luftröhre, in welche die beiden Bronchien sich einmünden, nachdem sie sich in der Lungensubstanz baumförmig verbreitet und in immer kleinere und zahlreichere Luftröhren-Aestchen, deren blinde Ende die Lungenbläschen sind, sich vertheilt haben. Damit das Einströmen der Luft in die erweiterten Lungen möglich gemacht und zugleich die Respiration durch Zusammendrücken der Luftröhre und der Bronchien nicht unterbrochen wird, zeichnen sich diese Letztern durch einen ihrem Zwecke entsprechenden Bau aus. Die Luftröhre nehmlich, die Bronchien, sowie ihre gröbern Verästlungen bilden durch ihr knorpliges Gerüst steife, nicht so leicht comprimirbare Röhren. Diese, die Luftröhre, sowie ihre Aeste umfassenden Knorpel sind aber nur Halbringe, die in unregelmäßigen Entfernungeu von einander abstehen und sich nur an der vordern Seite dieser Röhren befinden, während die hintere Wand von einer musculösen Schichte gebildet wird. An der Außenseite sind diese Röhren von einer

elastisch=fibrösen Haut überzogen, und Innen von einer ziemlich dicken, durch submucöses Bindegeweb an die Knorpel und Muskelhaut angehefteten Schleimhaut, in welcher sich zahlreiche, traubenförmige Schleimdrüsen befinden, während das Innere dieser Schleimhaut aus einem dichten Netze elastischer Elemente besteht. Die innere Oberfläche ist mit einem schönen, aus langen, dichtstehenden und sich nach Oben schwingenden Härchen gebildeten Flimmer-Epithelium bedeckt.

Je weiter sich die Bronchien verästeln, um so mehr treten die Knorpel zurück bis auf kleine eckige Plättchen, die zerstreut umher liegen und am Ende ganz verschwinden; die Muskeln bilden in den feinen Verästlungen zusammenhängende Ringfasern, welche die ganze Röhre umgeben, während auch die Schleimhaut an Dicke abnimmt, ihre Drüsen verliert und bis auf eine stark elastische, mit Epithelium überzogene Grundlage schwindet.

Die hintere, zwischen den Enden der Knorpelbogen ausgespannte platte Wand der Luftröhre und ihrer Zweige ist durch eine schlaffe Zellhaut an die Speiseröhre geheftet, auf welche zunächst eine Muskelhaut folgt, die von blassen, queren, an die Enden der Knorpelringe angehefteten Fleischfasern gebildet wird, welche, indem sie die Knorpelringe aneinander ziehen, die Luftröhre verengen können. Auf diese folgen dann gelbe elastische Längenfasern und endlich die mit Flimmer-Epithelium bedeckte Schleimhaut, welche hier einige Längenfalten bildet.

Die Fleisch= und elastischen Fasern konnte Reißeisen noch bis in diejenigen Luftröhrenzweige verfolgen, welche keine Knorpel mehr enthielten, während Rudolphi noch elastische Längenfasern beobachtete, wo keine queren Muskelfasern mehr vorkommen.

Diese Aufnahme von Sauerstoff und Abgabe von Kohlensäure durch die Blutkörperchen, also die Umwandlung des venösen in arterielles Blut, hat Liebig, von dem Grundsatze ausgehend, daß das Eisen in den Blutkörperchen im oxydirten Zustande vorhanden sei, auf eine höchst geniale, nur ihm eigene, Weise erklärt. Er geht dabei von dem Umstande aus, daß von den Sauerstoff-Verbindungen des Eisens das Oxydul die Eigenschaft habe, andern Sauerstoff=Verbindungen ihren Sauerstoff zu entziehen, während das Oxyd denselben mit Leichtigkeit abgibt, so, daß das Eisenoxydhydrat in Berührung mit schwefelsauren organischen Ver-

bindungen sich in kohlensaures Eisenoxydul verwandelt, und dieses Letztere bei Berührung mit Wasser und Sauerstoff unter Abgabe von Kohlensäure wieder in Eisenoxydhydrat übergeht. Nun enthalten die Blutkörperchen im arteriellen Blute Eisenoxyd, das beim Durchgang durch die Capillargefäße einen Theil Sauerstoff verliert und zu Oxydul wird und hiedurch die Fähigkeit erlangt, Kohlensäure aufzunehmen, wie dann dieses kohlensaure Eisenoxydul in den Capillargefäßen der Lungen wieder Sauerstoff aufnimmt, zu Oxyd wird und dadurch gleichzeitig eine entsprechende Quantität von Kohlensäure abgibt. Da aber nun bei der Umwandlung des kohlensauren Eisenoxyduls in Eisenoxydhydrat für jedes Volumen absorbirten Sauerstoffs 4 Volumina Kohlensäure abgegeben werden, während bei der Respiration die Volumina beider Gase sich gleich bleiben, so muß ein Theil Kohlensäure stets im Blute aufgelöst bleiben.

Durch diese von Liebig ausgesprochene Ansicht wird auch am Entschiedensten die frühere falsche Ansicht, daß der Sauerstoff mit dem Blute nicht chemisch verbunden, sondern nur absorbirt in ihm enthalten sei, widerlegt, obgleich schon dieses durch die Versuche von Magnus geschehen, nach welchen dieselbe Menge Blut ungefähr 12—13mal so viel Sauerstoff aufnimmt, als dieselbe Menge Wasser; da nun die Flüssigkeit im Blute auch Wasser ist, welches also bei Weitem nicht so viel Sauerstoff aufnehmen könnte, so müssen im Blute Bestandtheile sein, welche zum Sauerstoff mehr Verwandtschaft haben, als das Wasser.

Auf das Absorptionsvermögen einer Flüssigkeit für Gase wirken nach Liebig zwei Ursachen ein, nehmlich der äußere Druck auf das Gas, welches sich in Berührung mit der Flüssigkeit befindet, und dann die chemische Anziehung der Bestandtheile der Flüssigkeit. Wäre nun der Sauerstoff im Blute nur absorbirt vorhanden, so würde auf dessen Absorptionsfähigkeit nur die eine Ursache, der Druck, wirken, und das Absorptionsvermögen des Bluts müßte dann mit dem Druck wechseln; daß dieses aber nicht der Fall ist, beweist der Umstand, daß die Bewohner großer Höhen, wie in den einzelnen Städten in den Hochebenen von Central-Amerika, welche 12,000 Fuß und darüber über der Meeresfläche wohnen, in gleicher Weise athmen, wie die Bewohner am Meeresufer, also muß die vom Blute aufgenommene Menge

Sauerstoff bis zu einer gewissen Grenze unabhängig sein von dem äußern Druck. Daß ferner die vom Blute aufnehmbare Menge von Sauerstoff eine constante Größe ist, dafür sprechen die Versuche von Regnault und Reiset, nach welchen Thiere in sehr sauerstoffreicher Luft ungestört athmen können. Da nun nach Liebig die Aufnahme von Sauerstoff abhängig ist von der Ausscheidung der Kohlensäure, indem beide im Blute dieselben Träger, nehmlich die Blutkörper, haben, die in der Lunge Sauerstoff und im kreisenden Venenblut Kohlensäure aufnehmen, und also nicht mehr Sauerstoff aufnehmen können, als sie Kohlensäure abgeben, weil das eine Gas den Platz des andern einnimmt, so wäre es nach dieser Ansicht erklärlich, daß die vom Blute aufnehmbare Sauerstoffmenge eine constante Größe und demnach die Vermehrung des Sauerstoffgehalts der Luft ohne Einfluß auf den Respirationsprozeß ist; allein nach Vierordt gehen Sauerstoffaufnahme und Kohlensäureabgabe ganz unabhängig von einander vor sich, und beim Gaswechsel des Blutes verdrängt nicht etwa der aufgenommene Sauerstoff die Kohlensäure des Blutes. Nach diesem Forscher steht die Größe der Kohlensäureausscheidung in einem bestimmten Verhältnisse zu dem Kohlensäuregehalt der in den Lungen enthaltenen Luft, so, daß aus dem Blute in einer gegebenen Zeit sich um so mehr Kohlensäure ausscheidet, je geringer der Kohlensäuregehalt der in den Lungen enthaltenen Luft ist. Dasselbe Verhältniß herrscht nach Vierordt auch bezüglich der Sauerstoffabsorption, nach welchem das Blut um so mehr Sauerstoff aufnimmt, je größer der Sauerstoffgehalt der Luft ist. Dieses widerspricht nun ganz den von Regnault und Reiset bei ihren Versuchen gewonnenen Resultaten, daß nehmlich die vom Blute aufnehmbare Menge von Sauerstoff eine constante Größe sei. Die Ausscheidung von Kohlensäure wird übrigens noch durch andere Umstände verändert, wie z. B. durch eine gesteigerte Pulsfrequenz und den Kohlensäuregehalt des Blutes selbst. Je frequenter nehmlich der Puls und je reichhaltiger an Kohlensäure das durch die Lungen strömende Blut ist, um so mehr wird auch Kohlensäure ausgeschieden.

Wie nun die Aufnahme von Sauerstoff durch das Druckverhältniß des Sauerstoffs in der Luft und im Blute abhängt, so scheidet das Blut so lange Kohlensäure in die Luft der Lungen ab,

bis die in denselben enthaltene Kohlensäure unter demselben Druck steht, wie die des Blutes, wobei übrigens Funke mit Recht darauf aufmerksam macht, daß durch dieses einfache physikalische Moment dem Blute wohl nicht die erforderliche Quantität Sauerstoff zugeführt würde, wenn nicht auch die erwiesene chemische Verwandtschaft des Sauerstoffs zu gewissen Blutelementen das noch Fehlende ersetzen würde.

Wir müssen übrigens immer bedenken, daß der eingenommene Sauerstoff nicht, wie man noch vor nicht langer Zeit glaubte, seine Hauptaufgabe in den Capillaren der Lungen vollendet, deren Resultat die Bildung von Kohlensäure und Wasser ist. Ueberhaupt beginnt der aufgenommene Sauerstoff in den Lungen-Capillaren nur seine Thätigkeit, indem er sich mit gewissen Blut-Elementen verbindet, während er seine Hauptthätigkeit in den Capillaren des großen Kreislaufs und sogar jenseits dieser Gefäße entwickelt, da es erwiesen ist, daß der im Blute theilweise aufgelöste Sauerstoff gleichzeitig mit der ausgeschwitzten Flüssigkeit aus den Capillargefäßen in die von der Blutflüssigkeit ernährten Körpertheile übertritt und auch hier Verbindungen eingeht, wie uns jener, bei der Entwicklung der thierischen Wärme näher bezeichnete, sehr interessante Versuch von Liebig jun. beweist, nach welchem selbst die vom Blute gereinigten Froschmuskeln noch Sauerstoff aufnehmen und Kohlensäure abgeben. Die Kohlensäure wird also im Parenchym der Organe gebildet und von den capillaren Venen aufgenommen, so, daß wohl der größte Theil der im Venenblute angehäuften Kohlensäure hier seine Quelle hat und der Gasaustausch, dem der Lungencapillaren gegenüber, hier ein umgekehrter ist, da ja bekanntlich in den Lungencapillaren Sauerstoff aufgenommen und Kohlensäure ausgeschieden, in den Capillaren der übrigen Organe aber Sauerstoff abgegeben und Kohlensäure aufgenommen wird.

Wenn übrigens auch der größte Theil der in dem Venenblute enthaltenen Kohlensäure aus der ebengenannten Quelle stammt, so ist es ebenso gewiß, daß wenigstens ein Theil davon im Blute selbst gebildet wird, und zwar aus den darin enthaltenen Fetten, Kohlenhydraten und den besonders im Blute der Herbivoren enthaltenen organischen Säuren.

Wie die andern Forscher, so hat auch Liebig bewiesen, daß

nicht die ganze Quantität des von den Lungen aufgenommenen Sauerstoffs an die Hauptträger dieses Stoffs im Blute, an die Blutkörper, tritt, und von diesen den Capillargefäßen zugeführt wird, sondern daß ein bedeutender Theil desselben noch innerhalb des Lungenkreislaufs an die andern, im venösen Blute enthaltenen Materien tritt, die eine Verwandtschaft zu ihm besitzen. Außerdem haben die neueren Versuche bewiesen, daß das arterille Blut freien Sauerstoff und das venöse freie Kohlensäure enthalte, und zwar mehr, als bei der Respiration entweicht. Genaueren Untersuchungen zufolge treten in einer Minute etwa 12 Gran Sauerstoff zu den Bestandtheilen des Blutes; nun enthalten 10 Pfund Arterienblut 64,54 Gran Eisenoxyd, und eben so viel Venenblut 55,14 Gran Eisenoxydul; da nun nach Müller in jeder Minute 10 Pfund Blut durch die Lungen gehen, so nimmt die jeweilige Menge des Eisenoxyduls behufs der höhern Oxydation in der Lunge nur 6,4 Gran Sauerstoff in Anspruch, und der Rest von 5,6 Gran muß sich also mit den übrigen Blutbestandtheilen verbinden.

Die Einathmung erfolgt durch die, von den Einathmungs-Muskeln bewirkte Ausdehnung der Brustwände, und weil das die Lungen begrenzende Lungenfell innerhalb der von dem Brustfelle ausgekleideten Wänden des Brustkastens luftdicht eingefügt ist, so entsteht hier ein luftleerer Raum, wobei die durch Ausdehnung des Brustkastens erzeugte negative Druckgröße die Luft durch die Stimmritze einströmen läßt, so, daß sie die Lungen aufbläst, während auf der andern Seite der durch Zusammenfallen des Brustkastens beim Ausathmen entstandene positive Druck die Luft wieder austreibt, wobei sich übrigens die Lungen nie vollständig entleeren, sondern einen Theil der Gase in sich zurückhalten, so, daß die menschliche Lunge beim gewöhnlichen Athmen ungefähr 6—8 Mal so viel Luft in den Lungenbläschen zurück behält, als mit jedem Athemzuge umgewechselt wird. Die frisch eingeathmete Luft mischt sich dann mit der in den Lungenbläschen enthaltenen, wobei durch Athmen ein Theil dieser Letztern ausgeschieden, und der Raum dieser ausgeschiedenen wieder von frisch eingeathmeter eingenommen wird, so, daß in den Lungenbläschen ein ununterbrochener Austausch stattfindet.

Kraft ihrer hohen Dehnbarkeit folgen die Lungen der größtmöglichsten Erweiterung des Thorax, sobald die die Erweiterung

bewirkenden Muskelkräfte hinreichend sind, um den Widerstand der elastischen Kräfte der ausgedehnten Lungen zu überwinden; denn diese elastischen Kräfte sind es, welche die ausgedehnten Lungen wieder zusammenziehen, aber erst eigentlich in Wirksamkeit treten, wenn die sie mittelbar ausdehnenden Muskelkräfte zu wirken aufhören. Die Exspiration erfolgt daher durch eine active Contraction der Lungen, welche ihre elastische Kraft bewirkt, während diese active Contractionskraft noch durch die Kraft der Muskeln, durch die Schwerkraft der vorher gehobenen Rippen, sowie durch den Druck der durch die Inspiration comprimirten Unterleibseingeweide unterstützt wird, so daß also die Inspiration hauptsächlich durch die Muskelkraft erfolgt, welche den Thorax, in welchen die Lungen hermetisch eingeschlossen sind, erweitert, während bei der Exspiration die Elasticität des Lungengewebes vorzugsweise wirksam ist.

Der Grund, warum im Leben vermöge der unaufhörlichen Wirkung ihrer elastischen Kraft die Lungen nicht auf ihr natürliches Volumen zusammengezogen werden, ist der, daß die Brusthöhle hermetisch verschlossen ist, wodurch aus physikalischen Gründen die Lungenoberfläche der Brustwand folgen muß.

Die sogenannten Respirations-Muskeln, welche hauptsächlich bei der Inspiration thätig sind, haben übrigens nicht nur den Widerstand der elastischen Kräfte der Lungen zu überwinden, sondern auch die Schwere der Rippen, und namentlich auch den, übrigens verschieden großen Widerstand der mit Gas gefüllten Därme gegen das herabsteigende Zwerchfell, und weil gerade diese genannten Widerstände die Exspiration befördern, während sie die Inspiration mehr hindern, so geht die Erstere viel leichter vor sich als die Letztere.

Während der Inspiration erweitert sich die Stimmritze und wird bei der Exspiration etwas verengert, wobei die Luft durch zwei Oeffnungen, nehmlich durch die Mund- und Nasenhöhle, in den Kehlkopf aus- und einströmen kann, von denen aber in der Regel eine für die Luft abgesperrt ist.

Wie man sich denken kann, ist die Fläche, welche alle Lungenbläschen zusammen bilden, so ungeheuer groß, daß durch die enge Stimmritze bei Weitem nicht die erforderliche Menge Sauerstoff eingeführt werden kann, um so viel Kohlensäure fortzuschaffen,

als die Unterhaltung des Gasaustausches zwischen Luft und Blut auf dieser überaus großen Oberfläche erfordert, ein Mißverhältniß, welches durch die Athembewegungen ausgeglichen wird. Bei jeder Inspiration wird nehmlich ungefähr der fünfte Theil der überhaupt in den Lungen befindlichen Luft eingenommen; allein diese Luft dringt nicht bis zu den äußersten Enden der Luftwege, um sich mit der darin befindlichen Luft zu mischen, sondern nimmt nur den Raum der Luftwege ein, welcher der Stimmritze zunächst liegt, und von hier aus erfolgt der Austausch der Gase durch Diffusion mit der weiter in den Luftwegen befindlichen Luft. Die eingeathmete Luft gibt also nur einen Theil ihres Sauerstoffs an die tiefere Luft ab, weil der Zustand der Inspiration zu kurze Zeit dauert, und nimmt dafür eine entsprechende Menge Kohlensäure auf, während der größte Theil des eingeathmeten Sauerstoffs durch die Exspiration wieder ausgetrieben wird. Dieses ist auch der Grund, warum die bei einer Exspiration zuletzt ausgeathmete Luft mehr Kohlensäure enthält, als die zuerst entwichene, und je länger wir die Inspiration anhalten, desto mehr kann sich die Zusammensetzung der in der Lunge befindlichen Luft auf dem Wege der Diffusion ausgleichen, und desto mehr Kohlensäure werden wir auch ausathmen, während die schnell auf die Inspiration folgende Exspiration diesen Diffusionswechsel sehr beschränkt.

Aus diesem Grunde mußte auch Vierordt, dessen Versuche weiter unten angeführt sind, finden, daß bei schnellen und häufigen Athemzügen der procentische Gehalt der ausgeathmeten Luft an Kohlensäure sehr vermindert war, obwohl die ganze Menge der in einer gewissen Zeit ausgeathmeten Kohlensäure weit größer war.

Da die Einnahme von Sauerstoff und die dieser Aufnahme entsprechende Abgabe von Kohlensäure von der Größe der Fläche der gesammten Lungenbläschen abhängt, so ist es ganz natürlich, daß durch Verkleinerung dieser Oberfläche in Krankheiten, wie z. B. bei einer ausgebreiteten Pneumonie, die Menge der ausgeschiedenen Kohlensäure entsprechend abnimmt, und dieses ist dann auch der Grund, warum solche Kranke in der Regel so schnell athmen, weil sie nur dadurch im Stande sind, eine größere Menge von Sauerstoff aufzunehmen und eine entsprechende Menge Kohlensäure zu entfernen.

Da nun aber, den neuesten Untersuchungen zufolge, alle

Ausscheidungsstoffe vorzugsweise in den Geweben gebildet werden und vor der Ausscheidung ins Blut gelangen, so ist dieses auch mit der durch die Lungen ausgeschiedenen Kohlensäure der Fall, deren Bildung, wie wir gesehen, theilweise schon im Blute erfolgt, und die Lungenbläschen sind also nicht die Bildner, sondern nur die Behälter der Kohlensäure.

In Folge dieses Austausches von Gasen muß natürlich die ausgeathmete Luft, ihrer Zusammensetzung nach, von der eingeathmeten verschieden sein. Die durchschnittliche Zusammensetzung der gewöhnlichen Luft beträgt nach Valentin 20,815% Sauerstoff, 79,135% Stickstoff und 0,05% Kohlensäure; während die ausgeathmete Luft nur 14,968 — 17,246% Sauerstoff und 3,299 — 5,495% Kohlensäure enthält; aus leicht begreiflichen Gründen liefern die Untersuchungen hierüber etwas schwankende Resultate; im Allgemeinen aber kann man mit Liebig annehmen, daß der Sauerstoffgehalt der reinen Luft bei der Berührung mit dem Blute in den Lungen sich um $1/5$ — $1/4$ vermindert, während der Kohlensäuregehalt der ausgeathmeten Luft über hundert Mal größer ist, als der der eingeathmeten.

Geschlecht, Alter, Temperament, Bewegung, Ruhe, Nahrung, häufiges oder langsames Athmen, haben einen großen Einfluß auf die Ausscheidung der Kohlensäure; so beträgt bezüglich des Alters nach Andral und Gavaret die Quantität der in einer Stunde ausgeschiedenen Kohlensäure in einem Alter von 8 Jahren 5,0 Grm.; von 11 — 15 Jahren 7,6 — 8,7; von 20 Jahren 11,6; von 40 Jahren 14,6; von 40 — 50 Jahren 10,7 — 8,5; von 50 — 60 Jahren 13,6 — 10,5; von 60 — 70 Jahren 12,4 — 9,6, und von 70 — 100 Jahren 8,8 — 5,9 Grm., so daß also die Ausscheidung von Kohlensäure bis zum 40sten Jahre steigt, dann allmählig sich vermindert, und im hohen Greisenalter stark abnimmt.

Obgleich ein Kind im Ganzen weniger Kohlensäure ausscheidet, als ein Erwachsener, so ist doch sein Athmungsprozeß im Verhältniß zu seinem Körpergewicht stärker, da Kinder für ein gleiches Körpergewicht in einer gegebenen Zeit mehr Kohlensäure ausscheiden, als Erwachsene.

Nach Valentin athmet die Frau im Allgemeinen weniger Kohlensäure aus, als der Mann, welcher Unterschied zur Zeit

der Blüthe des Geschlechtslebens, also vom 16ten bis zum 40ten Jahr, besonders hervortritt; auch beim Mann sieht man zur Zeit der Geschlechtsreife die Menge der Kohlensäure-Ausscheidung oft sehr steigen, ein Beweis, daß der Zustand der Genitalien bei beiden Geschlechtern in dieser Beziehung nicht ohne Einfluß ist; eben so wird auch während der Schwangerschaft die Kohlensäure-Ausscheidung vermehrt.

Beim weiblichen Geschlechte vergrößert sich nach Valentin die Kohlensäure-Ausscheidung stets bis zum Eintritte der Menstruation, bleibt aber mit diesem Eintritte auf der einmal erreichten Stufe stehen, bis sie mit dem Aufhören dieser Funktion wieder steigt, so, daß also die Menstruation die Ausscheidung einer gewissen Kohlenstoff-Menge, deren Ausscheidung sonst die Lunge übernimmt, zu ersetzen scheint.

Auch die Temperatur der Atmosphäre ist nicht ohne Einfluß auf die Ausscheidung von Kohlensäure, und Vierordt fand bei seinen Versuchen, daß mit der Erhöhung der Temperatur auch die Menge der ausgeathmeten Kohlensäure abnahm, sowie auch die Zahl und Tiefe der Athemzüge. Nach diesen Versuchen verminderte sich bei einer Temperaturerhöhung von 10,93° C die in einer Minute ausgeathmete Luft um 10,9% und die in derselben Zeit ausgeschiedene Kohlensäure um 14,9%, während die Respirationsfrequenz um 4,9% abnahm.

Der Luftdruck ist in soferne von Einfluß auf die Respiration, als ein erhöhter Barometerstand die Athmungsfrequenz vermehrt und dadurch auch die absolute Menge der ausgeschiedenen Kohlensäure, während, wie wir oben gesehen haben, durch schnelle Athemzüge die relative Kohlensäure-Ausscheidung vermindert wird.

Mit der Zunahme der Feuchtigkeit der Atmosphäre wächst auch die absolute Menge der ausgeschiedenen Kohlensäure, da nach Lehmann 1 Killgrm. Kaninchen bei 37,5° C in trockener Luf in einer Stunde 0,451 Grm., in feuchter Luft dagegen 0,677 Grm. Kohlensäure ausschied.

Auch die Nahrungsaufnahme hat Einfluß auf die Ausscheidung von Kohlensäure und die Aufnahme von Sauerstoff, und Marchand fand bei seinen Versuchen an Fröschen, daß beim Fasten dieser Thiere eine stete Verminderung der absoluten Menge des aufgenommenen Sauerstoffs und der ausgeschiedenen Kohlen-

säure eintrat, wobei das Verhältniß des aufgenommenen Sauerstoffs zu dem der ausgeschiedenen Kohlensäure im Anfange des Hungerns bedeutend stieg, dann aber immer mehr abnahm, bis am Ende kaum der zur Bildung von Kohlensäure nothwendige Sauerstoff aufgenommen wurde. Ebenso wird nach den Versuchen von Vierordt nach einer Mahlzeit am meisten, und in der Nacht am wenigsten Kohlensäure ausgeschieden, wie überhaupt die Thätigkeit des Respirationsprozesses mit der Quantität der aufgenommenen Nahrung bis zu einem gewissen Grade steigt.

Weil der Grund der Fettablagerung in der verminderten Verbrennlichkeit des Fettes besteht, so müssen fette Menschen auch weniger Kohlensäure ausathmen, als magere, was auch Regnault bei mageren Thieren fand, die für ein gleiches Körpergewicht mehr Kohlensäure ausathmen, als fette.

Nach Regnault ist das Verhältniß des in der ausgeathmeten Kohlensäure entweichenden Sauerstoffs zu dem aus der eingeathmeten Luft verbrauchten besonders von der Nahrung abhängig, was sich schon bei der Vergleichung des Sauerstoffgehalts von Stärkemehl und Zucker mit dem von Fett und Eiweiß ergibt, da die Erzeugung einer gleichen Menge Kohlensäure bei Fleischkost mehr Sauerstoff erfordert, als bei vegetabilischer Nahrung. Nach Liebig beträgt die Menge des in der Kohlensäure ausgeathmeten Sauerstoffs bei Herbivoren $^9/_{10}$, bei Carnivoren $^3/_4$ der ganzen Menge des eingeathmeten Sauerstoffs; überhaupt ist die Menge der ausgeathmeten Kohlensäure ihrem Volumen nach kleiner, als das Volumen des ins Blut übergegangenen Sauerstoffs, so, daß der mit der Kohlensäure ausgeathmete Sauerstoff auch überhaupt weniger beträgt, als der durchs Athmen aufgenommene.

Daß hauptsächlich der Verbrauch von Sauerstoff, nicht, wie man bisher glaubte, die Entwicklung von Kohlensäure, die Luft unathembar macht, geht aus den Versuchen von Regnault und Reiset hervor, nach welchen Thiere ungestört in einer Luft athmeten, in der mehr als die Hälfte des Raums aus Kohlensäure bestand, ein Beweis, daß ein nicht unbedeutender Theil des Stickstoffs der Luft durch Kohlensäure ersetzt werden kann, ohne die Luft zum Athmen unbrauchbar zu machen, wenn nur die gehörige Quantität Sauerstoff nicht fehlt.

Nach meinem Dafürhalten kann übrigens eine so stark mit

Kohlensäure geschwängerte Luft das Leben eines Thieres unmöglich lange erhalten, selbst wenn sie eine hinreichende Quantität Sauerstoff enthält. Wie wir oben gesehen, steht die Größe der Kohlensäureausscheidung zu dem Kohlensäuregehalt der in den Lungen enthaltenen Luft in einem gewissen Verhältnisse, und zwar so, daß das Blut in einer gewissen Zeit um so mehr Kohlensäure abgibt, je geringer der Kohlensäuregehalt der in den Lungen enthaltenen Luft ist. Wird nun das Athmen in einer mit Kohlensäure so stark geschwängerten Luft nur kurze Zeit fortgesetzt, so muß nothwendig auch der Kohlensäuregehalt der in den Lungen enthaltenen Luft sich bedeutend vergrößern und hiedurch die so nöthige Ausscheidung dieser Säure aus dem Blute auf ein Minimum beschränkt werden, wobei das Leben unmöglich lange bestehen kann.

Dieses ist auch nach Liebig der Grund, warum Thiere in reinem kohlensaurem Gase so schnell sterben, während sie in Stickstoff= und Wasserstoffgas länger leben können, weil beim Athmen in reiner Kohlensäure das Blut keine Kohlensäure mehr abgibt. Daß die ausgeathmete Luft zum zweiten Mal zum Athmen untauglich ist, ist wegen der Vermehrung der Kohlensäure und Verminderung des Sauerstoffs darin leicht erklärlich, und nach einem Versuche von Regnault und Reiset verfiel ein Hund in einer Luft, deren Sauerstoffgehalt um $4\frac{1}{2}\%$ vermindert war, bei einem Kohlensäuregehalt von $9\frac{3}{4}\%$ in Todeskampf.

Beim Athmen von Thieren in sehr sauerstoffreicher Luft sahen Regnault und Reiset weder die Menge des verbrauchten Sauerstoffs, noch das Verhältniß von diesem zu dem in der ausgeathmeten Kohlensäure enthaltenen besonders verändert.

Bei vermehrter körperlicher Bewegung, sowie bei jeder großen Kraftanstrengung wird nach Vierordt mehr Kohlensäure ausgeathmet, während in der Ruhe, und besonders im Schlafe, die Kohlensäureausscheidung bedeutend vermindert ist, so, daß nach Regnault und Reiset im Winterschlafe der Murmelthiere schon der 30ste Theil desjenigen Sauerstoffquantums genügt, welches ein Murmelthier während des Wachens verzehrt; ebenso wird auch, wie wir oben gesehen, bei erhöhter Temperatur die Kohlensäureausscheidung vermindert, wie ebenfalls Regnault und Reiset bei Versuchen an Hunden beobachteten, daß diese in niederer Temperatur in einer gegebenen Zeit mehr Sauerstoff verzehrten, als in einer höhern.

Bei schnellen und häufigen Athemzügen ist aus leicht erklärlichem Grunde der prozentische Gehalt der ausgeathmeten Luft an Kohlensäure vermindert, obwohl die Menge der in einer gewissen Zeit ausgeathmeten Kohlensäure weit größer ist, so, daß nach Vierordt bei 6 Athemzügen in der Minute die ausgeathmete Luft 5,7, bei 12 Athemzügen in derselben Zeit 4,1, bei 24 Athemzügen 3,3, und bei 48 Athemzügen in der Minute nur 2,9 % Kohlensäure enthielt; während die Menge der in 6 Athemzügen in der Minute ausgeschiedenen Kohlensäure 11 Kubikzoll, die in 12 Athemzügen ausgeschiedene 25,5 K.=Zoll und die in 48 Athemzügen ausgeschiedene Menge 44,5 K.=Zoll betrug. Durch starke und rasche Athemzüge in einer gewissen Zeit kann also eine bedeutende Entkohlung des Bluts bewirkt werden, wobei es nach Liebig kaum zweifelhaft ist, daß mit der Zu= oder Abnahme der Kohlensäureausscheidung die Menge des ins Blut übergehenden Sauerstoffs in geradem Verhältniß steht, daß also das Blut um so mehr Sauerstoff erhält, je mehr Kohlensäure durch Athmen ausgeschieden wird.

Auch die Haut scheidet Kohlensäure aus, aber in viel geringerer Menge, so, daß nach Schärling das Verhältniß der durch die Haut ausgeschiedenen Kohlensäure zu der von der Lunge ausgeschiedenen beim Menschen wie 1 : 26,78 ist, während nach Regnault und Reiset die Haut der Vögel und Säugethiere kaum halb soviel ausscheidet.

Eine weitere Veränderung der Luft beim Athmen besteht ferner in einer gleichartigen Erwärmung derselben, so, daß nach Valentin die ausgeathmete Luft bei kalter wie bei heißer Temperatur eine der Eigenwärme der innern Körpertheile nahestehende Temperatur von 37° C. erhält. Diese Erwärmung ist erklärlich, wenn man bedenkt, daß die eingeathmete kalte Luft immer eine gewisse, wenn auch kurze Zeit in der Lunge verweilt, und so im Stande ist, ihre Temperatur mit der des Bluts auszugleichen, so wie eine eingeathmete sehr warme Luft durch die in den Lungen stattfindende Wasserverdunstung um einige Grade abgekühlt werden kann. Weil die wärmere Luft viel leichter ist, als eine kältere, so muß die zuerst eingeathmete, schon erwärmte Luft, die ihrem Zweck in der Lunge gedient hat, beim Ausathmen viel leichter, und daher früher verschwinden, als die neueingeathmete kältere Luft.

Nach Valentin sättigt sich die eingeathmete Luft in der Lunge für ihren Wärmegrad vollkommen mit Wasserdampf, was Moleschott widerspricht, indem er bei einer unmittelbaren Vergleichung der ausgeathmeten Luft mit gleichen Raumtheilen einer bei 37° mit Wasserdunst gesättigten Luft in den meisten Fällen fand, daß die ausgeathmete Luft mit Wasser nicht gesättigt war, ja in einzelnen Fällen die gesättigte Luft sogar $1/3$ — $1/2$ Gewichtstheil Wasser mehr enthielt. Nach meiner Ueberzeugung hat Mulder hierüber den richtigen Aufschluß gegeben, indem er hervorhebt, daß die Spannung des Wassers des Blutserums eine andere ist, als die von reinem Wasser, so, daß eine vollkommene Sättigung der ausgeathmeten Luft mit Wasser nur dann stattfinden könnte, wenn die Capillargefäße der Lungen reines Wasser enthielten.

Der Wassergehalt der ausgeathmeten Luft hängt übrigens von der Temperatur der äußern Luft, sowie auch von der Größe der Lungen ab; je kälter die umgebende Luft, um desto mehr muß die Menge des in der ausgeathmeten Luft enthaltenen Wasserdampfes die der Atmosphäre übertreffen; daher verlieren wir beim Athmen im Sommer weniger Wasser, als im Winter, während dagegen im Sommer mehr Wasser durch die Haut als Schweiß secernirt wird, und im Winter, sowie an kalten Orten, wo die Hautsecretion mehr unterdrückt wird, mehr Urin abgesondert wird.

Gleichzeitig empfängt die Luft in den Lungen auch flüchtige organische Verbindungen, was daraus hervorgeht, daß reine Schwefelsäure, durch die man athmet, eine gelbe, bräunliche oder röthliche Färbung annimmt; doch ist die Menge dieser flüchtigen organischen Stoffe subjectiv sehr verschieden, und bei einzelnen Menschen oft so gering, daß kaum eine Farbenveränderung der Schwefelsäure wahrzunehmen ist.

Der durch die Lungen aufgenommene Sauerstoff wird nun den Harngefäßen zugeführt, jedoch nicht, ohne zuvor auf gewisse Bestandtheile des Blutes seinen Einfluß zu äußern, so zwar, daß, wenn man auch die Bildung der Ausscheidungsstoffe vorzugsweise in den Geweben suchen muß, wenigstens eine theilweise Bildung dieser Stoffe schon im Blute beginnt; so hat namentlich Thomson durch die Beobachtung, daß die Menge des in drei Stunden nach einer Mahlzeit beobachteten Fettes ziemlich bedeutend, nach sechs Stunden aber beinahe ganz verschwunden war, während das

Eiweiß zunahm, bewiesen, daß wenigstens ein Theil des Fettes im Blute unmittelbar verbrennen muß, da an eine Ausschwitzung dieses verschwundenen Fettes um so weniger zu denken ist, als nach Frerich Fett bei der Ernährung langsamer ausschwitzt als Eiweiß, und Thomson letzteres noch vermehrt fand, während ersteres beinahe ganz verschwunden war. Ebenso geht die Bildung von Faserstoff aus Eiweiß, sowie die von Mulders Proteinhyper-Oxyden schon im Blute aus der Einwirkung des Sauerstoffs auf Eiweiß hervor.

Von den im Blute ferner noch enthaltenen Ausscheidungsstoffen wird später bei der Rückbildung die Rede sein.

Nachdem wir nun in Vorstehendem die physikalische und chemische Constitution des Blutes, wodurch dessen physiologische Funktionen wesentlich bedingt werden, genau betrachtet, erübrigt noch, über dessen Bewegung und Verbreitung im ganzen menschlichen Organismus, wodurch allein der Wechselverkehr mit allen Theilen dieses Organismus und der Außenwelt möglich wird, und worauf neben seiner eigenthümlichen Constitution auch seine physiologischen Funktionen beruhen, das Nöthige zu erörtern. So ist nur durch den schnellen Lauf desselben in den Gefäßen die Möglichkeit des Stoffwechsels gegeben, weil dadurch allein das Unbrauchbare mit der nöthigen Schnelle fortgeschafft und die zum Wiederersatz nöthigen Stoffe in gehöriger Menge herbeigeschafft werden können. Diese so nöthige Verbreitung der Blutflüssigkeit wird nun, wie wir wissen, durch ein höchst zweckmäßig construirtes Gefäßsystem und dessen ununterbrochene Bewegung darin durch eben so zweckmäßige mechanische Vorrichtungen vollbracht und unterhalten.

Die den Kreislauf vermittelnden Theile des Gefäßsystems sind das Herz, die Arterien und die Venen, und die Betrachtung der Eigenschaften der Gewebe dieser Organe ist in soferne von Wichtigkeit, als gerade diese Eigenschaften die Mechanik des Kreislaufes bedingen.

Den Mittelpunkt des ganzen Blutkreislaufs bildet das Herz, weil von ihm aus das Blut nicht nur zu allen Theilen des Körpers gebracht, sondern auch von diesen Theilen wieder zu ihm zurückgeführt wird. Dasselbe stellt einen kegelförmigen, hohlen Muskel dar und durch seine Funktion und den dieser Funktion entsprechenden Bau eine doppelte Druck- und Saugpumpe. Die

Elementarbündel der Herzmuskeln haben feinere quere Streifen als die der übrigen quergestreiften Muskeln, sind im Ganzen nicht so dick und sind durch kurze, zarte Querbündel netzartig mit einander verbunden. Ebenso liegen die einzelnen Muskelbündel des Herzens nicht so paralell nebeneinander, wie in den übrigen Muskeln, sondern sind aufs Mannigfachste durcheinander verwebt. Von der innern Oberfläche entspringen einzelne Muskelbündel, welche die Höhlen der Kammern durchsetzen und mit ihren sehnigen Enden sich an den venösen Klappenapparaten ansetzen; dieses sind die sogenannten Papillarmuskeln. Jede Vorkammer des Herzens hat ihre abgesonderte Muskelwand, so, daß nur einzelne Fasern von einer Vorkammer auf die andere übertreten; dagegen bilden die Muskelfasern der oberflächlichen Muskelschicht der beiden Kammern einen ununterbrochenen, beide Kammern umfassenden Schlauch, so, daß dieser Schlauch die Wand des rechten Ventrikels fast ganz allein bildet, während die des linken Ventrikels, welche überhaupt viel dicker ist, als die des rechten, an ihrer inneren Seite noch durch eine weitere Muskelschicht verstärkt wird, welche gleichzeitig auch den größten Theil der Scheidewand der beiden Kammern bildet.

An seiner innern Oberfläche ist das Herz von einer glatten, dünnen, alle seine Vertiefungen auskleidenden Membran, dem sogenannten Endokardium, überzogen, welche durch vorspringende Duplicaturen die Klappen der Ostien bildet. Diese Membran besteht zunächst aus einer Schicht feiner, elastischer Fasern, welche an ihrer äußern Seite durch eine zarte Bindegewebsschicht an die Muskelbündel angeheftet ist; an ihrer inneren Seite ist sie mit einem, aus verschmolzenen, vieleckigen Zellen bestehenden Epithelium ausgekleidet.

Die Wandungen der Arterien und Venen bestehen im Allgemeinen aus drei Hauptschichten, einer äußern, mittlern und innern Gefäßhaut, und die sie bildenden Gewebe sind, neben dem Epithelium, den Nerven und Gefäßen, Bindegeweb, elastische Geweb- und glatte Muskelfasern. Nach der Peripherie nimmt die Dicke der Wandungen der Arterien und Venen allmählig ab, allein diese Abnahme beruht nicht auf einer allmähligen Verdünnung der einzelnen Schichten, sondern die Zahl der Schichten selbst nimmt ab, so, daß die feinsten Gefäßröhrchen, die Capillaren, nur noch aus einer einzigen structurlosen Membran bestehen.

In den Arterien, deren Wände überhaupt dicker sind, als die der Venen, ist namentlich die mittlere Haut, tunica media, die dichteste und auch in funktioneller Beziehung die wichtigste. Diese Ringfaserhaut enthält vorzugsweise elastische Gewebe und contractile Faserzellen, wodurch die Arterien sehr elastisch werden und sich also bedeutend zusammenziehen können. In den größern Arterien sind die elastischen Gewebe, in den kleinern dagegen die glatten Muskelfasern überwiegend, während in den kleinsten Arterien nur noch Muskelfasern sind, so daß sich die elastischen Gewebe nur mit der Zunahme an Größe beimengen, und im Anfange die Muskeln nur als weitmaschige Netze von sehr feinen Fasern durchziehen, später aber mehr zusammenhängende Schichten bilden, von welchen, namentlich in den größten Arterien, oft viele aufeinander liegen und mit Muskellagen wechseln.

In den kleinsten Arterien sind die contractilen Faserzellen nur noch lange, spindelförmige Zellen, die man noch leicht isoliren kann, während sie in den größern Arterien nur schwer zu isoliren sind und kurze, breite, unregelmäßige Zellen bilden.

Die innerste Haut der Arterien ist auf ihrer innern Seite von einem glatten, aus verschmolzenen Zellen mit ovalen Kernen bestehenden Epithelium überzogen und besteht bei kleinern Arterien nur aus einer einzigen elastischen Membran, bei größern aber aus mehreren Schichten, die theils von elastischen, theils von bindegewebhaltigen Fasern gebildet werden.

Die äußere Haut der Arterien besteht aus Bindegewebe und elastischen Fasern und ist in den kleinen Arterien verhältnißmäßig viel mehr entwickelt, als in den größern, so, daß sie in den erstern oft sogar die mittlere Haut an Dicke übertrifft, während sie in den letztern nur dünn ist.

Die Wände der Venen enthalten weniger contractile und elastische Fasern, als die der Arterien und sind daher auch dünner. In der mittlern Haut der Venen sind die Elemente nicht ausschließlich quer gelagert wie in der der Arterien, sondern hier wechseln Schichten von Längenfasern mit Ringfasern, auch enthalten die Querschichten mehr Bindegeweb, als bei den Arterien, und die Längenfasern bestehen aus elastischen Platten und Netzen. Bei den kleinsten Venen fehlt diese Haut ganz, sowie in den größern, noch innerhalb der Leber verlaufenden

Lebervenen, während sie im schwangern Uterus sehr muskulös ist.

Die innere Haut der Venen besteht aus starkverwebten kleinen elastischen Fasern und langgestreiften Blättchen und ist auf ihrer innern Seite ebenfalls mit einer Epitheliumschicht überzogen. Diese Membran ist es auch, welche die Klappen durch Duplicaturen bildet, in welchen Bindegeweb eingeschlossen ist.

Die äußere Haut der Venen nimmt, der der Arterien gegenüber umgekehrt, mit der Größe der Gefäße auch an Stärke zu und ist im Ganzen auch stärker, als bei den Arterien. An den größern Venen enthält sie eine nicht unbeträchtliche Menge contractiler, länglich verlaufender Faserzellen.

Die Enden der Arterien sind mit den Anfängen der Venen bekanntlich durch die Capillaren verbunden, und diese sind auch der für den Ernährungsprozeß wichtigste Theil des Gefäßsystems, denn in diesen Gefäßen gibt das Blut sein Ernährungsmaterial an die verschiedenen Gewebe ab und nimmt dafür die Rückbildungsstoffe auf, sowie es auch diese Stoffe nur in den Capillaren in die zur Ausscheidung bestimmten Organe absetzt; es muß also jedes Organ und Gewebe sein Capillargefäßsystem haben. Da nun aber von den zu ernährenden Organen und Geweben jedes seine ihm eigenthümlichen Ernährungsstoffe fordert und jedes Ausscheidungsorgan ebenfalls nur bestimmte Rückbildungsstoffe ausscheidet, so muß nothwendig in den Capillargefäßen der verschiedenen Organe und Gewebe auch ein verschiedener Stoffwechsel vor sich gehen, und es liegt daher die Frage nahe, warum in den Capillaren dieser Organe nur diese und in denen jener Organe nur jene Stoffe aus dem Blute ausgeschieden werden, wie wir auch später bei der Anbildung noch einmal auf diese Frage zurückkommen werden. Als Hauptgrund dieser Erscheinung kann wohl die erwiesene Geschwindigkeit bezeichnet werden, mit welcher die einzelnen Stoffe das Blut verlassen, und diese verschiedene Geschwindigkeit gründet sich wieder auf die Beschaffenheit, Größe, Zahl und Form der verschiedenen Capillargefäße, obwohl hier auch chemische Verhältnisse einwirken mögen, so z. B. die chemische Constitution des Blutes diesseits der Wände der Capillargefäße und die der jenseits dieser Wände befindlichen Säfte und Gewebe.

Die frühere falsche Meinung, daß der Stoffwechsel durch

sichtbare Oeffnungen der Capillargefäßwandungen vor sich gehe, ist jetzt längst widerlegt, und wir wissen nun, daß es ganz unsichtbare, unendlich feine Poren sind, welche den endosmotischen Austausch in den hiefür permeablen thierischen Membranen zu Stande bringen.

Bezüglich der so sehr verschiedenen Zahl und Größe dieser Capillaren kann man im Allgemeinen behaupten, daß, je größer die physiologische Thätigkeit eines Organs ist, von einem um so dichtern Capillargefäßnetz wird es im Ganzen durchzogen. Selbstverständlich tritt ein Organ oder ein Theil eines Parenchyms mit einer um so größern Menge Blut in Verkehr, je dichter das darauf befindliche Capillargefäßnetz und also auch je kleiner die zwischen den einzelnen Röhrchen befindlichen Maschen sind. Durch diese starke Verzweigung der einzelnen Capillargefäße entsteht aber für das betreffende Organ noch ein weiterer Gewinn in Beziehung auf den Stoffwechsel, nehmlich der, daß dieser viel inniger wird; denn je größer die Anzahl der Theilungsäste der einzelnen Capillarröhrchen, um so mehr wird auch das Flußbett erweitert, weil die Summe der Querdurchschnitte der Aeste den Querdurchschnitt des Hauptstammes um Vieles übertrifft. Da nun die Schnelligkeit des Blutstroms um so mehr abnimmt, je bedeutender die Erweiterung des Flußbettes ist, so muß natürlich der Verkehr des Blutes in den Capillaren mit dem betreffenden Organe ein viel langsamerer und daher auch innigerer sein.

Merkwürdigerweise ist die Länge der Capillargefäße, nehmlich die Entfernung zwischen den Enden der Arterien und den Anfängen der Venen, nach E. H. Weber fast überall gleich, indem der zwischen den Arterienenden und Venenanfängen durch die Capillargefäße ausgefüllte Raum in der Regel nur eine Länge von 0,2‴ hat.

Dagegen findet man bezüglich der Form des Capillargefäßsystems in den einzelnen Organen wieder bedeutende Unterschiede, und diese verschiedenen Formen müssen auf die Blutbewegung einen entschiedenen Einfluß haben, indem dieselbe durch die verschiedenen Winkel, unter welchen die einzelnen Aeste sich vertheilen, sowie durch die verschiedenen Biegungen mehr oder weniger beschränkt wird.

Als einen entscheidenden Beweis für die Abhängigkeit der physiologischen Thätigkeit einzelner Gefäßtheile von der Form und

Ordnung ihrer Capillargefäße führt Funke mit Recht die sogenannten arteriae helicinae des Penis und die Glomeruli Malpighii der Nieren an. Die von Müller entdeckten und dann auch von Andern beobachteten arteriae helicinae sind Zweige der arteria profunda penis, die sich rankenartig krümmen und nach Kölliker dann plötzlich in außerordentlich feine Gefäßchen übergehen, während die in die erweiterten Anfänge der Harnkanälchen eingebetteten Glomeruli Malpighii, wie wir später bei der Beschreibung des Nierengewebes sehen werden, Knäuel feiner, capillarwandiger Arterienzweige sind, die aber nicht direct in Venen übergehen, sondern sich wieder zu einem Arterienzweig sammeln, welcher gleich darauf die eigentlichen Capillaren der Harnkanälchen bildet. Nach E. H. Weber werden auch aus den aus der Uteruswand in die Placenta übertretenden Arterien Knäuel gebildet, um den vom Herzen ausgehenden Stoß zu mildern.

Außerdem hat unstreitig auch die Verschiedenheit der Durchmesser der Capillargefäße, sowie die verschiedene Dicke ihrer Wandungen eine physiologische Bedeutung, wie man z. B. bezüglich der Durchmesser Schwankungen von 0,001‴ bis 0,008‴ beobachtet, und die Wandungen derselben unter dem Mikroskop theils als äußerst zarte, einfache, theils als doppelte, dichtere Umkleidungen erscheinen.

Gegenüber den frühern sogenannten serösen Gefäßen, die wegen des zu engen Lumens keine Blutkörper, sondern bloß Plasma durchlassen, bewiesen in der neuesten Zeit Coccius und Virchow, daß die sogenannten Kerne und Kernfasern des Bindegewebs wirklich Zellen sind, und erklärten sie, gleich den analogen Hohlräumen der Knochen, den sogenannten Knochenzellen, für plasmaführende Kanäle, und Coccius wies eine Verbindung dieser Kernfasern mit den in die Cornea eindringenden Blutgefäßen nach, was nach Funke die Umwandlung solcher Kernfaserconvolute zu blutführenden Capillaren bei der Entzündung der Cornea wenigstens wahrscheinlich macht.

Bei der Beobachtung des Kreislaufes unter dem Mikroskop bemerkt man nach Funke zunächst, daß das darin strömende Blut sich in einer ununterbrochenen Strömung fortbewegt, was man übrigens nur an der Bewegung der Blutkörperchen wahrnimmt, da man die Strömung des Blutplasmas nicht wahrnehmen kann.

Ebenso kann man ganz genau die centrifugale Strömung in den Arterien und die centripetale in den Venen beobachten, wie man auch den Blutstrom in den Capillargefäßen deutlich von den Arterien in die Venen übergehen sieht, so, daß man also gewiß weiß, daß das Blut vom Herzen aus durch die Arterien in die Venen, und von diesen wieder zum Herz zurückgeführt wird. In den feinsten Capillaren ist die Bewegung eine ununterbrochen gleichmäßige.

Ueberall, sogar in den feinsten Capillaren, kann man begränzende Wandungen entdecken, so, daß die Blutbahn also nirgends durch Lücken unterbrochen ist. Die mikroskopische Beobachtung zeigt ferner, daß die farbigen Blutkörperchen in der Mitte des Stroms schwimmen, ohne je die Wandungen zu berühren, und auch viel schneller, als der vom Plasma und den farblosen Körperchen gebildete und mehr an der Wandung fließende Strom, welche Beobachtung natürlich in den Capillaren mit ihrem so engen Durchmesser wegfällt. Diese verschieden schnelle Strömung in einem und demselben Gefäß beruht auf einem rein physikalischen Grunde, nehmlich der Adhäsion der Wandungen, der strömenden Flüssigkeit gegenüber, deswegen fließt auch jede in einer Röhre strömende Flüssigkeit in der Mitte der Röhre schneller, als an den Wänden.

Die in der Mitte strömenden farbigen Blutkörperchen bewegen sich verwirrt durcheinander und werden also rollend fortgeschoben, wobei zuweilen der Fall vorkommt, daß ein gegen einen Theilungswinkel gedrängtes Körperchen manchmal eine kurze Zeit hängen bleibt, ehe es in eine der Theilungsröhren hineingerissen wird. In den feinsten Blutgefäßen, in welchen ihres engen Durchmessers wegen die Blutkörperchen nur einzeln durchströmen können, bewegen sich diese hintereinander und sind oft durch eine Plasmaschicht von einander getrennt, woher es kommt, daß in den sehr engen Gefäßen einzelne Körperchen manchmal eine kurze Zeit stecken bleiben, bis der nachfolgende Strom den Widerstand des engen Lumens überwunden hat und dieselben dann wieder weiter strömen. Ebenso bleiben manchmal auch die im Wandstrom mehr stoßweise und langsam dahin rollenden farblosen Blutkörperchen stecken und verweilen dann viel länger auf derselben Stelle als die rothen, auf welche Weise es wohl manchmal kommen kann, daß ein sehr feines Capillargefäßchen auf einige Zeit wenigstens nur mit Plasma

gefüllt ist, da die Körperchen momentan zurückgehalten werden. Wenn nun also bei ganz normaler Beschaffenheit des Blutplasmas einzelne Körperchen oft so leicht stecken bleiben, so ist es natürlich, daß dieses in einem Blute, dessen Plasma durch eine abnorme Bildung von Proteinüberoxyden äußerst viscös geworden, um so leichter geschieht, namentlich in den so ganz besonders hiezu disponirenden Capillargefäßen der Lunge. Daher also das so häufige Vorkommen von Blutstockungen in den Capillaren einzelner Parthieen der Lunge und jene, durch diese Stockungen bedingten Exsudate, welche Vorgänge man mit dem Namen „Lungenentzündung" bezeichnet.

Die, namentlich früher, zum Theil aber auch gegenwärtig noch bestehende Ansicht, daß gewisse Einflüsse im Stande seien, die Capillargefäßwandungen activ zu verengern und zu erweitern, ist durch die neuern anatomischen Forschungen in soferne widerlegt, als diese durchaus keine contractilen, unter directem Nerveneinfluß stehenden Gewebe enthalten, während dieses, wie wir weiter oben gesehen, bei den größern Gefäßen allerdings der Fall ist. Die Veränderungen des Durchmessers der Capillaren können also nur passive, von veränderten Druckverhältnissen herbeigeführte Veränderungen sein.

Wie ich weiter oben bemerkte, ist auch die verschiedene Schnelligkeit, mit welcher das Blut in den verschiedenen Capillargefäßen sich bewegt, von physiologischer Bedeutung, und diese Verschiedenheit beruht hauptsächlich auf der verschiedenen Form und dem verschiedenen Bau der Capillaren; so muß z. B. aus physikalischen Gründen mit der Erweiterung des Flußbettes durch zahlreiche Verästlung die Schnelligkeit der Strömung nothwendig abnehmen.

Daß die Schnelligkeit der Blutströmung in den Harngefäßen am geringsten ist, wissen wir; aber ebenso wissen wir, daß auch sie in diesem Theil des Gefäßsystems eine verschiedene ist. Die Beobachtungen unter dem Mikroskop zeigen uns nehmlich, daß die Bewegung der Blutkörperchen in den großen Gefäßen eine viel schnellere ist, als in den kleinsten; ebenso lehren aber auch diese Beobachtungen, daß auch in den eigentlichen Capillargefäßen die Strömung eine verschieden schnelle ist.

Weber machte in dieser Beziehung wirklich interessante Versuche und fand in drei Beobachtungen, daß ein farbiges

Blutkörperchen in einer Sekunde nach der ersten Beobachtung einen Raum von 0,2''', nach der zweiten von 0,282''' und nach der dritten von 0,254''' durchlief, während ein farbloses Blutkörperchen in derselben Zeit nur einen Raum von 0,0147''' durchlief, so daß also die Schnelligkeit der Bewegung der farblosen Blutkörperchen eine viel geringere ist. Ueberhaupt geht aus diesen Beobachtungen hervor, daß das Blut in den Capillaren sich langsam fortbewegt, welche langsame Blutbewegung in diesem Theile des Gefäßsystems aber in soferne keinen wesentlichen Einfluß auf die Schnelligkeit der Blutbewegung überhaupt haben kann, als, wie wir oben gesehen, nach Weber die Entfernung von einem Arterienende bis zu einem Venenanfang, also die Länge des ganzen Capillargefäßes, nur 0,2''' beträgt, so daß also ein Blutkörperchen in einer Sekunde das Capillargefäß passiren kann und so der Blutflüssigkeit überhaupt zu ihrem endosmotischen Austausch nur eine kurze Zeit zugemessen ist.

Die Bewegung des im Gefäßsystem enthaltenen Blutes wird, wie wir wissen, zunächst durch die Thätigkeit des Herzens hervorgebracht. Dieses Herz ist ein Pumpwerk und äußert seine Thätigkeit dadurch, daß eine Höhle desselben, während ihre Muskelwände erschlafft sind, sich durch eine venöse Oeffnung aus der Vorkammer mit Blut füllt, aber gleich darauf diese Quantität Blut durch Contraction ihrer Muskelwände durch eine arterielle Oeffnung weiter befördert, wobei gleichzeitig der Rücktritt des gepreßten Blutes durch eine vom Blute selbst an die Eintrittsöffnung gedrückte Klappe verhindert wird. Nachdem nun die entleerte Höhle sich von Neuem mit Blut gefüllt, wird ebenfalls durch eine andere Klappe dem hinausgedrückten Blute der Wiedereintritt durch die Ausgangsöffnung abgesperrt. Bei dem Menschen besteht das Herz aus zwei, zu einem Organe verwachsenen und gleichzeitig wirkenden Pumpen, weil beide eine gemeinschaftliche Muskelschicht haben. Jede dieser Abtheilungen besteht ferner aus zwei, durch eine Scheidewand getrennten Kammern, einer Vorkammer, welche die Pumpe mit Blut versieht, indem sie durch Contraction ihrer Wände das Blut in die erschlaffte Kammer treibt, und der eigentlichen, als Pumpe wirkenden Herzkammer. Beide Vorhöfe und beide Ventrikel arbeiten immer gleichzeitig; sie ziehen sich also gleichzeitig zusammen und erweitern sich gleichzeitig wieder. Zuerst ziehen sich die Vorhöfe zusammen und unmittelbar darauf die Herzkammern, und

die Vorkammern erschlaffen, sobald sich die Ventrikel zusammenzuziehen beginnen; nun entsteht aber eine kleine Pause, während welcher beide Herzabtheilungen einen Augenblick erschlafft sind, indem die Vorkammer noch eine kurze Zeit erschlafft bleibt, während der Ventrikel noch erschlafft ist.

Sobald also die Muskeln der Vorhöfe zu erschlaffen beginnen, so stürzt das in der untern Hohlader und den Lungenvenen befindliche Blut in die Vorhöfe hinein, erweitert dieselben und dehnt sie so weit aus, bis deren Muskeln durch ihre Elasticität dem Druck des Blutes das Gleichgewicht halten, worauf dann, manchmal auch schon etwas früher, eine Contraction erfolgt, vermöge welcher das gedrückte Blut natürlich dahin sich wendet, wo es am wenigsten Widerstand findet, und dieses sind die venösen Ostien, durch welche es zum größten Theil entweicht und so die erschlafften Herzkammern anfüllt, während ein Theil davon in die Hohlvene und die Lungenvenen wieder zurücktritt, doch so, daß sich die Vorhöfe nie vollständig vom Blut entleeren. Sobald sich nun die Herzkammern zusammenziehen, bleibt dem so gepreßten Blute nur der eine Ausweg durch die Lungenarterie und die Aorta offen, weil es sich den Rücktritt in die Vorhöfe selbst versperrt, indem es hinter die Klappensegel der Tricuspidal- und Mitralklappe gelangt, also zwischen diese und die Kammerwand, und dieselben so vor das ostium venosum treibt, daß sie mit ihren Rändern zusammentreten und diese Ostia fest verschließen, deren Umstülpung aber dadurch verhindert wird, daß sie mittelst Sehnen an den, ebenfalls sich contrahirenden Papillarmuskeln der Kammern befestigt sind. Sobald nun das in den Kammern befindliche Blut durch deren Contraction einen solchen Druckgrad erreicht, welcher im Stande ist, den Druck der Blutsäule in den Arterien zu überwinden, so muß alles Blut durch die Aorta und die Lungenarterie entweichen, weil die Kammern vermöge ihrer bedeutenden Contractionskraft die ganze Quantität des in ihnen befindlichen Blutes in die genannten Arterien entleeren. Das nun in die Anfänge dieser Arterien getriebene Blut befindet sich natürlicherweise unter einem hohen Druck und geräth dadurch in die Taschen der drei halbmondförmigen Klappen, füllt diese so an, daß sich die Ränder der Klappen unmittelbar berühren, wodurch ihm der Rücktritt in die erschlaffte Kammer versperrt wird.

Zur Verhütung einer bald tödtlich werdenden Blutanhäufung in den Lungen ist es absolut nothwendig, daß beide Kammern sich gleichzeitig zusammenziehen und beide dieselbe Quantität Blut ausstoßen. Würde z. B. der rechte Ventrikel mehr Blut auspumpen als der linke, so müßte, weil alles Blut, welches der rechte austreibt, darauf auch in den linken kommt, der Ueberschuß nothwendig in den Lungen bleiben, und diese Ueberschüsse der einzelnen Herzschläge zusammen müßten in kurzer Zeit eine tödtliche Blutüberfüllung dieses Organs zur Folge haben, welche Ueberfüllung in soferne nicht ausgeglichen werden könnte, als sich der linke Ventrikel nicht öfters zusammenzieht, als der rechte, also das, was ihm an seinem Aufnahmsvermögen abgeht, durch häufiger wiederholte Contractionen nicht zu ersetzen im Stande ist.

Zur Verhütung eines Ueberschusses in den Arterien ist es ebenso nothwendig, daß dieselbe Quantität Blut, welche eine Kammer in die Arterien treibt, in dem Zeitraume zwischen zwei Zusammenziehungen durch die Capillargefäße in die Venen übergeht.

Wie wir gesehen, treibt also jeder der beiden Ventrikel eine gewisse Quantität Blut in die Anfänge des ihm angehörigen Gefäßzirkels, und so muß also auch aus dem Ende eines jeden Gefäßzirkels die gleiche Quantität während der Zeitdauer eines Herzschlages in das Herz zurückkehren. Wenn wir nun erwägen, daß wir hier ein Röhrensystem vor uns haben, welches sich in unzählige, höchst feine und enge Aeste verzweigt, und also nicht nur durch die häufige Theilung dieses Röhrensystems, sondern namentlich auch durch die gar nicht unbeträchtliche Reibung in den kleinsten Gefäßen, dem Blutstrom ein bedeutender Widerstand entgegengesetzt wird, so kann unmöglich die Herzthätigkeit allein ausreichen, um die gleiche Menge des in die Anfänge einer solchen Röhrenleitung eingetriebenen Blutes am Ende derselben wieder in das Herz zurückzutreiben. Zudem erscheint, wie wir gesehen, die Blutbewegung in den kleinsten Arterien, Capillargefäßen und Venen als eine gleichförmig ununterbrochene, was nicht der Fall sein könnte, wenn der Herzschlag allein die Blutbewegung bewirkte; denn in diesem Falle müßte, selbst wenn die Kraft des Herzens noch dazu ausreichte, die Bewegung der Blutflüssigkeit nothwendig eine periodisch unterbrochene sein, da das während der Systole des Ventrikels jedesmal vorwärts getriebene Blut während der Dyastole noth-

wendig ruhen müßte; es müßten also noch andere Umstände obwalten, welche die gleichförmige und ununterbrochene Strömung des Blutes bedingen. Wie wir weiter oben gesehen haben, sind die Wände der Blutgefäße, namentlich aber die der Arterien, in hohem Grade elastisch, und diese elastischen Röhren enthalten stets eine größere Quantität Blut, als eigentlich ihrem Lumen entspricht, so, daß sie also mit Blut überfüllt und dadurch ihre Wände stets ausgedehnt sind, durch welche Ausdehnung natürlich auch die Wirkung der elastischen Kräfte ihrer Wandungen hervorgerufen und hiedurch ein Druck von bestimmter Größe auf das eingeschlossene Blut ausgeübt wird. Dieser Druck wird nun gerade durch die Thätigkeit des Herzens verändert, und in dieser Veränderung des Druckes auf das Blut im Gefäßsysteme liegt die Ursache des Kreislaufs. Dadurch, daß das Herz bei der Systole eine neue Quantität Blut in die schon überfüllt gespannten Arterien drückt, ruft es durch diese neue Ausdehnung auch nothwendig einen stärkeren Gegendruck ihrer elastischen Wandungen hervor und vermehrt also auf diese Weise den Druck in den Arterien; dadurch aber, daß während der Erschlaffung der Vorhöfe jedesmal eine größere Menge Blutes aus den Venen in die Vorhöfe fließt, muß ebenso nothwendig der Druck des Blutes in den Venen vermindert werden. Volkmann, Mogk und Poiseuille haben den Druck, unter welchem das Venenblut steht, gemessen, und gefunden, daß der Druck des Blutes in den Venen ein viel geringerer ist, als in den Arterien; so verhielt sich in den Versuchen von Mogk der Druck der Jugularis zu dem der Carotis = 1 : 20. In Folge dieses verschiedenen Druckes auf das in das Gefäßsystem eingeschlossene Blut muß nun nothwendig eine Strömung dieses Blutes von denjenigen Stellen, an welchen es einem stärkeren Drucke ausgesetzt ist, also von den Arterien nach denen, wo der Druck geringer ist, also nach den Venen, so lange fortdauern, bis in allen Theilen des Gefäßsystems ein gleicher Druck hergestellt und also dieser Druckunterschied ausgeglichen wird; da aber diese Ausgleichung bei der fortwährenden und ununterbrochenen Thätigkeit des Herzens nie zu Stande kommen kann, so ist der Kreislauf des Blutes gesichert. Zur ununterbrochenen Blutbewegung trägt aber gerade die Art und Weise der Verbindung zwischen Arterien und Venen wesentlich bei. Wären nehmlich dieselben durch einen oder auch mehrere

einfache Canäle untereinander verbunden, so gienge diese Ausgleichung des Druckunterschiedes schneller vor, ehe die zweite Contraction des Ventrikels erfolgt, und in diesem Falle müßte die Blutbewegung nothwendig eine aussetzende werden. Nun erfolgt aber, wie wir wissen, der Uebergang des in den Arterien enthaltenen Blutes in die Venen nicht durch einfache Canäle, sondern durch unzählige, bis in's Feinste gehende Verästlungen des Arteriensystems, wodurch theils durch vermehrte Reibung, theils durch viele, unter verschiedenen Winkeln abgehende Verästlungen dem Blutstrom ein gewisser Widerstand entgegengesetzt wird, und so diese Ausgleichung des Druckunterschiedes nicht eher zu Stande kommt, als bis wieder durch einen zweiten Herzstoß ein neuer Druckunterschied eingeleitet ist, wodurch allein die ununterbrochene Strömung des Blutes im Gefäßsystem gewahrt wird.

Dem eben Gesagten zufolge können wir uns auch denken, daß bei pathologischen Zuständen des Herzens, wie bei Erweiterung der Ventrikel oder bei pathologischem Verhalten des Klappenapparates, wo also die Herzstöße nicht regelmäßig aufeinander folgen, sondern ein zweiter oft so lange nach dem ersten folgt, und während dieser Zeit die Druckdifferenz zwischen dem Arterien- und Venenblut vollkommen ausgeglichen werden kann, Unterbrechungen des continuirlichen Blutstroms mit allen ihren Folgen eintreten müssen.

Wie wir wissen, erzeugt jede Contraction eines Ventrikels in der Blutsäule des Arteriensystems eine Welle, welche sich vom Herzen aus gegen die kleinsten Arterien hin ausbreitet, hier aber gewöhnlich verschwindet; diese Blutwelle, welche wir an den unmittelbar unter der Haut liegenden Arterien nicht nur fühlen, sondern auch sehen können, weil sie bei ihrem Vorübergehen die Arterienwand ausdehnt, bringt also jene Erscheinung hervor, welche wir Puls nennen. Diese periodische Ausdehnung des Arterienkanals betrifft übrigens nicht allein ihren Durchmesser, sondern auch ihre Länge, daher bei jedem Pulsschlag die Arterie auch etwas verlängert wird, so daß sich eine zwischen zwei Punkten befestigte Arterie, weil sie sich dieser Befestigung wegen nicht frei verschieben kann, bei jedem Pulsschlag krümmt. Selbstverständlich wird auch an der Stelle, welche die Blutwelle gerade passirt, in Folge der momentanen Ausdehnung der elastischen Arterienwand der Blutdruck momentan erhöht.

Da diese vom Herzen ausgehende Blutwelle zu ihrer Fortpflanzung in mehr entfernte Arterien eine gewisse Zeit erfordert, so muß die Erscheinung des Pulses in den vom Herzen mehr entfernten Arterien etwas später wahrgenommen werden, als in den demselben näher stehenden. Weber hat in dieser Beziehung Messungen angestellt zwischen der maxillaris externa und der Dorsalarterie des Fußes, und gefunden, daß die Blutwelle in der erstern um $^1/_6$ — $^1/_7$ Sekunde früher ankommt als in der letztern. Da nun nach Weber die Entfernung der Maxillararterie von da, wo sie über dem Rand des Unterkiefers herüber tritt, bis zum Ursprung der Carotis 150 Mm. und die der Stelle der Dorsalarterie des Fußes 1620 Mm. beträgt, so ergibt sich, wenn man $^1/_7$ Sekunde Differenz annimmt, daß sich die Pulswelle in einer Sekunde ohngefähr 9240 Mm. fortpflanzt. Aus physicalischen Gründen muß übrigens die Schnelligkeit der Bewegung der Blutwelle in weitern Röhren etwas größer sein, als in engen.

Die Ansicht, daß diese arterielle Blutwelle in den Capillargefäßen ihren Untergang findet, weil bei solchen Aneurismen, wo sich eine Arterie mit einer Vene durch einen weiten Canal verbindet, diese Blutwelle in der Vene wie in der Arterie wahrgenommen wird, ist in soferne eine falsche, als es erwiesen ist, daß die Pulserscheinung in Folge vielseitiger Reibung und Brechung schon in den feinsten Arterien gänzlich verschwindet und also nie bis zu den Capillaren gelangt.

Diese periodische Wellenbewegung im Arterienblute, welche also in den kleinsten Arterien, den Haargefäßen und Venen ohnehin fehlt, trägt übrigens zur Blutbewegung überhaupt nur wenig bei, da ja das Blut auch während der Pause strömt und diese Strömung durch die Wellenbewegung nur etwas beschleunigt wird. Wie wir schon weiter oben gesehen, hat diese Strömung lediglich in der Druckdifferenz zwischen Arterien- und Venenblut ihre Quelle.

Bezüglich der Schnelligkeit des Blutstroms überhaupt ist dieselbe nach dem früher Gesagten in den Capillaren am geringsten, in den Arterien überhaupt größer als in den Venen; während sie in den großen Arterien am größten ist, nimmt sie durch die, in Folge der vielen Verzweigungen der Arterienstämme bedingten Erweiterung des Flußbettes in den kleinsten Arterien bedeutend ab, von dem Uebergange der Capillargefäße aber in die Venen allmählig

wieder zu. Die so eben berührte Erweiterung des Flußbettes ist der Hauptgrund der Abnahme der Schnelligkeit der Strömung, obwohl die in den kleinsten Gefäßen stattfindende, gerade nicht unbeträchtliche Reibung, sowie auch die Schwerkraft nicht ohne Einfluß auf die Schnelligkeit der Blutströmung sein kann, da das Blut der Schwere entgegen doch langsamer fließen muß, als umgekehrt, weil das aufwärts strömende Blut den Druck der ganzen Blutsäule in den Venen überwinden muß.

Früher, zum Theil aber auch noch in der neuesten Zeit, vindicirte man auch der Respiration einen nicht unbedeutenden Einfluß auf die Blutbewegung, und Funke war es, welcher die Unrichtigkeit dieser Ansicht aufdeckte, indem er bewies, daß der Kreislauf im Ganzen durch die Respiration weder befördert noch gestört wird.

Zwei Phönomäne waren es namentlich, welche diese Ansicht hervorriefen, nehmlich die Beobachtung, daß die größeren Halsvenen vor ihrem Eintritte in die Brusthöhle bei der Exspiration sich anfüllen, bei der Inspiration dagegen sich entleeren, und die ebenfalls synchronisch mit der Respiration vor sich gehende Erhebung und Senkung des Gehirns bei Trepanirten.

Wie wir weiter oben gesehen, wird bei jeder Inspiration der Brustkasten erweitert, wodurch die Lungen in dem hermetrisch verschlossenen Raume ausgedehnt werden und dem dadurch entstandenen negativen Druck zu Folge die äußere Luft in diesen erweiterten Raum einstürzt, während bei der Exspiration der durch die Verkleinerung des Raums der Brusthöhle bewirkte positive Druck die Luft aus derselben wieder austreibt. Hiedurch entsteht nun abwechselnd eine saugende und pumpende Thätigkeit des Brustkastens, welche auf die luftdicht in dem Brustkasten eingeschlossenen Theile der Gefäße nicht ohne Einfluß sein kann. Der sich ausdehnende Brustkasten wird nun das Blut aus den jenseits des Einschlusses liegenden Theilen der Gefäße an sich ziehen, wodurch der Blutdruck vermindert wird, während der sich verengernde Brustkasten das Blut mehr fortdrückt und so den Blutdruck vermehrt. Die Inspiration wirkt demnach auf den centripetalen Blutstrom in den Venen befördernd, während sie dem centrifugalen Blutstrom im Aortensystem entgegenwirkt, indem sie durch ihren negativen, saugenden Druck die Strömung des Blutes aus der Aorta nach dem

Herzen zu bewirken sucht, und umgekehrt wirkt die Exspiration dem Venenblutstrom entgegen, während sie gleichzeitig die Strömung des Aortenbluts in centrifugaler Richtung befördert. Jeder Einfluß der Respiration auf die Blutbewegung wird also immer wieder vernichtet, indem sich während eines Respirationsactes nicht nur die gleichzeitigen Wirkungen in der Aorta und in den Venen aufheben, sondern in beiden hebt auch die folgende Wirkung jedesmal die vorangehende wieder auf, so daß man also mit Recht behaupten kann, daß der Blutkreislauf im Allgemeinen durch die Inspiration weder befördert noch gestört wird. Ueberdies ist es noch erwiesen, daß die saugende Wirkung des Thorax in den Venen sich nur auf kurze Strecken erstreckt, während die durch die Respiration bereitete centrifugale Pressung in den Venen schon deswegen bald ihr Ende erreichen muß, weil die Venenklappen dieser Stromrichtung hindernd in den Weg treten. In den entferntern Venen muß also diese Saug- und Druckwirkung des Thorax ganz wegfallen.

Von größerem Einfluß auf die Blutbewegung ist schon der durch die Muskelbewegung bewirkte äußere Druck, namentlich im Venensystem, während das Arterienblut theils wegen des höhern Drucks, unter welchem dasselbe steht, theils der in dieser Beziehung mehr geschützten Lage der Arterien selbst wegen, solchen äußern Einflüssen schon weniger zugänglich ist.

Bei jeder Zusammenziehung eines Muskels müßten die Venen, besonders an den untern Extremitäten, so comprimirt werden, daß die Blutströmung in ihnen völlig stocken würde, wenn nicht durch zwei Umstände dieser störende Einfluß der Muskelcontraction theils aufgehoben, theils ausgeglichen würde, nehmlich durch die Klappenvorrichtung und durch die vielfältige Verästlung der Venenstämme in oberflächliche und tiefe Venen, so daß das Blut bei dem Drucke auf die Einen durch die Andern doch noch entweichen kann. Die frühern schon beschriebenen Klappen, deren Taschen nach dem Herzen zu gerichtet sind, schließen das Lumen der Vene durch Aneinanderlegen ihrer Ränder in der Mitte ganz ab, so, daß jede Rückwärtsströmung des Blutes geradezu unmöglich wird, deswegen fehlen sie auch in allen denjenigen Venen, welche vermöge ihrer geschützten Lage keinem solchen Drucke ausgesetzt sind.

Der Druck der Muskeln kann also den Venenblutlauf nicht

stören, im Gegentheil wirkt er sogar befördernd auf diesen Blutlauf. Das durch die Muskelcontraction gedrückte Blut lassen die Klappen nicht zurück, auf die Seite ausweichen kann es auch nicht, also muß es vorwärts, dem Herzen zu ausweichen, so, daß also Bewegung den Venenblutlauf nur befördern kann.

Es ist eine längst bekannte Thatsache, daß sich Blutgefäße, namentlich aber Arterien, durch Einwirkung von Kälte, chemischen und mechanischen Reizen bedeutend zusammenziehen, und daß selbst in Leichen die Arterien sich noch so selbstständig zusammenziehen, daß sie alles Blut in die Capillargefäße und Venen hinübertreiben. Ebenso haben die beiden Weber gezeigt, daß sich kleine Arterien unter Einwirkung des magneto-elastischen Rotationsapparates bis auf $1/3$ ihres Durchmessers zusammenziehen, nach Aufhörung des Stroms aber ihren frühern Durchmesser allmählig wieder einnehmen; bei anhaltender Reizung aber in Folge von Erschöpfung sich bereits erweitern, ehe der Reiz zu wirken aufgehört, Erscheinungen, welche nur durch die in den Gefäßwandungen befindlichen Muskelelemente zu Stande kommen, die aber im Allgemeinen mit der Mechanik des Kreislaufes nichts zu schaffen haben. Auch partielle Blutanhäufungen lassen sich nur aus ihrer Wirkung erklären, wie z. B. das plötzliche Erröthen der Wangen in Folge von Gemüthsaffecten. Die Blutzufuhr zu einer Capillarprovinz wird nothwendig verringert, wenn sich das entsprechende zuführende Arterienstämmchen verengert, während zur Ausgleichung die Zufuhr in den Nachbarprovinzen erhöht wird. Die lokale Blutvermehrung wird entweder durch Contraction einer aus dem Theile abführenden Vene, also durch verhinderten Abfluß, oder durch übermäßige Erweiterung der zuführenden Arterien, also durch vermehrten Zufluß, bewirkt. Die Gefäßmuskeln sind also dazu bestimmt, Veränderungen in der Vertheilung der Blutmasse auf die verschiedenen peripherischen Provinzen zu bewirken, dieselbe lokal zu vermehren oder zu vermindern zur Regulirung der so oft wechselnden Intensität des Stoffwechsels in den verschiedenen Provinzen.

# III. Anbildung, Gewebebildung.

Aus der Nahrung wird, wie wir nun gesehen haben, Blut; die Entwicklung der Nahrung ist also Blutbildung, und aus dem Blute entstehen die Gewebe, Knorpel, Knochen, Muskeln, Hirn und Nerven, kurz alle festen Theile des Körpers, und die Entwicklung dieser Theile aus dem Blute ist es, was man Ernährung im eigentlichen Sinne nennt. Da nun, wie wir weiter unten sehen werden, die Entwicklung der für die Gewebebildung wichtigsten Stoffe nur durch Aufnahme von Sauerstoff möglich ist, so ist es gewiß, daß die Ernährung nur durch Hülfe des Athmens zu Stande kommt. Das Fibrin entsteht aus dem Albumin nur durch Aufnahme von Sauerstoff, so, daß die Existenz der Muskeln durch langsame Verbrennung des Albumins bedingt ist; das Casein, ein Bestandtheil verschiedener Gewebe, wird, ohne daß wir es fertig gebildet in der Nahrung genießen, aus dem Albumin gebildet, und zwar wieder unter Beihülfe von Sauerstoff; da es nehmlich keinen Phosphor und weniger Schwefel enthält als das Albumin, so kann es aus Letzterm nur durch Oxydation seines Phosphors und eines Theils seines Schwefels hervorgehen, wobei Schwefel- und Phosphorsäure entstehen, die mit dem im Blute enthaltenen doppelt-kohlensauren Natron schwefel- und phosphorsaure Salze bilden. Die Entstehung der elastischen Faser, der leimgebenden Gewebe, der Knorpel, Knochen, ist, wie wir sehen werden, nur durch Einwirkung von Sauerstoff möglich, also ist ohne Aufnahme von Sauerstoff durch das Athmen keine Gewebebildung denkbar, und dieser Stoff erscheint also zur Gewebebildung ebenso nothwendig, als die Aufnahme von Nahrungsmitteln, und

in soferne könnte man, aber nur im weitesten Sinne des Worts, den Sauerstoff, wie es einige Forscher gethan, zu den Nährstoffen rechnen.

Bekanntlich hat Liebig die Nahrungsstoffe in plastische und Respirationsmittel eingetheilt, und zu den Erstern die stickstoffhaltigen Eiweißkörpern, zu den Letztern die stickstofffreien, Stärkemehl, Zucker und Fett gerechnet, eine Eintheilung, welche neuere Forscher, und unter dieser besonders Frerich und Moleschott, durchaus nicht gelten lassen wollen, indem sie von der, allerdings richtigen, Annahme, ausgehen, daß Wasser, Fett und die anorganischen Bestandtheile der Nahrung zur Bildung der Gewebe ebenso nothwendig seien, als die Eiweißstoffe; denn ohne Fett, sagen sie, kann sich weder Gehirn noch Nerven bilden, und die erste Zelle, die sich im Körper bildet, und von welcher alle Organisation ausgeht, kann sich ohne Fett ebenfalls nicht bilden, nehmlich die farblosen Körperchen im Chylus und Blut. In dem Milchkörperchen ist das Fett von einem sehr dünnen Häutchen von Casein umschlossen, und die mehr festen Körnchen, die sich aus der Keimflüssigkeit absondern, sich zu Körnern vereinigen und so die Zellenbildung einleiten, sie bestehen aus Fett, welches eine zarte Eiweißhülle umkleidet. Eben so nothwendig sind die Salze, denn ohne Kochsalz kann sich kein Knorpel und ohne phosphorsauren Kalk kein Knochen bilden, also, schließen sie ganz richtig, sind Fett und anorganische Bestandtheile der Nahrung Baustoffe.

Auf der andern Seite sagen sie ebenso richtig, daß der eingeathmete Sauerstoff das Blut auf immer höhere Oxydationsstufen führe, da schon im Blute Fibrin und Mulders höhere Oxydationsstoffe des Proteins entstehen; allein der Sauerstoff bringt auch durch die Capillargefäßwandungen in die Gewebe und verwandelt nicht nur Eiweiß in leimgebenden Stoff und elastische Fasern, sondern auch diese Gewebebestandtheile in Harnsäure, Harnstoff und Kohlensäure; also, schließen sie weiter, ist das Eiweiß auch ein Athemmittel.

Aus der Thatsache, daß bei vermehrter Fleischnahrung die Menge des entleerten Harnstoffs außerordentlich zunimmt, schließen Frerich und Schmidt, daß nur ein Theil dieses so reichlich ausgeschiedenen Harnstoffs als Produkt der Umsetzung der stickstoffhaltigen Körpertheile betrachtet werden müsse, während der größte

Theil desselben im Blute, und zwar durch unmittelbare Oxydation des Eiweiß und Verbrennung desselben zu Harnstoff entstehe, worauf Frerich die Behauptung stützt, daß demnach auch die stickstoffhaltigen Nahrungsmittel unter Umständen direct als Respirations- und Wärmemittel dienen können, daher in dieser Beziehung zwischen ihnen und den stickstofflosen Nahrungsmitteln ein Unterschied nicht anzunehmen sei.

Gehen wir übrigens näher auf die von Liebig in dieser Beziehung aufgestellten Behauptungen ein, so finden wir gleich, daß dieser ihm gemachte Vorwurf ein ganz ungegründeter ist, und daß Liebig selbst diese Eintheilung in plastische Nahrungsmittel und in Respirationsmittel nicht so stricte genommen wissen will. Bezüglich des ersten Vorwurfs, daß Wasser und Fett auch Baustoffe sind, sagt Liebig in seinen chemischen Briefen ausdrücklich: „Von dem Vorhandensein der stickstofffreien Bestandtheile der Organe, des Wassers und des Fetts sind viele physikalische Eigenschaften derselben abhängig, sie vermitteln die Vorgänge und Prozesse, durch welche die organischen Gebilde entstehen. Das Fett, sagt er weiter, nimmt Antheil an der Bildung der Zelle, und vom Wasser rührt die flüssige Beschaffenheit des Bluts und aller Säfte her; das Fett macht einen nie fehlenden Bestandtheil der Gehirn- und Nervensubstanz aus; ebenso enthalten die Haare, Horn, Klauen, Zähne und Knochen stets eine gewisse Menge Fett; allein, sagt er weiter, sie gehören deswegen nicht zu den plastischen Bestandtheilen des Körpers, weil sie nur mechanisch aufgesaugt sind, wie in einem Schwamme, oder eingeschlossen, wie das Fett in die Zelle, und sich durch Druck und Auflösungsmittel entziehen lassen, ohne daß die Structur dieser organischen Theile nur im Mindesten geändert wird; sie besitzen also keine eigene organische Form und nehmen nur die Form der organischen Theile an, deren Poren sie ausfüllen.“ Dieses ist nun der feine Unterschied, den Liebig zwischen den stickstoffhaltigen und stickstofffreien Nahrungsmitteln hervorhebt, und auf den seine Gegner nicht tiefer einzugehen beliebten; nirgends behauptet Liebig, daß Wasser und Fett nicht auch Baustoffe seien; ebenso sagt er, daß die unverbrennlichen Bestandtheile, oder die Salze des Bluts die nothwendigen Vermittler der organischen Prozesse seien, durch welche die plastischen Nahrungsmittel, sowie die Respirationsmittel diejenigen Eigenschaften

erhalten, die sie geschickt und geeignet zur Erhaltung des Lebens machen; und da diese Substanzen, fährt er fort, einen bedingenden und nothwendigen Antheil an den Vorgängen nehmen oder genommen haben, um die Bestandtheile der Speisen zu Bestandtheilen des Bluts zu machen, so folgt von selbst, daß keine Art von Nahrung das Leben wird erhalten können, worin diese Stoffe fehlen. Liebig hält also Wasser, Fett und anorganische Bestandtheile so gut für Baustoffe, wie seine Gegner, allein sie gehören nicht zu den plastischen Bestandtheilen des Körpers, weil sie keine eigene organische Form besitzen und die Form derjenigen organischen Theile annehmen, deren Poren sie ausfüllen. Wasser, Fett und anorganische Bestandtheile bleiben also auch nach ihrem Uebergang in die Gewebe, was sie vorher waren, und nehmen also keine organischen Formen an, wie die Eiweißkörper, die sich in Muskelfibrin, Horngebilde, leimgebende Gewebe und elastische Fasern verwandeln. Aus diesem Grunde nennt also Liebig die Eiweißstoffe plastische Nahrungsmittel, worauf allerdings seine Gegner nicht eingingen, sondern bloß, um zu opponiren, die Sache nur ganz oberflächlich nahmen und so Liebigs eigenen Worten einen Sinn unterlegten, den sonst Niemand darin finden wird. Erst bei der Betrachtung der Eiweißkörper als Gewebebildner werden wir ihre Wichtigkeit als solche besser einsehen und erfahren, daß zwar Casein und ein Theil des Albumins unverändert vom Blute in die Gewebe übergeht, während der Faserstoff zur Bildung der Muskeln und der übrige Theil des Albumins zur Bildung der Horngewebe, der elastischen Fasern und der leimgebenden Gewebe eine wesentliche Veränderung erleidet. Schon der Umstand, daß die Hauptbestandtheile des thierischen Organismus, Knorpel, Knochen, Muskeln, Horngebilde, elastische Fasern, leimgebendes Gewebe, Gehirn, Nerven und dgl. aus den Eiweißstoffen hervorgehen, deutet auf die Wichtigkeit dieser Stoffe als Gewebebildner hin, woraus auch leicht erklärlich ist, daß nach den Versuchen von Boussingault die Zunahme des Körpergewichts eines Thieres zu der Menge der sogenannten plastischen Bestandtheile seiner Nahrung in geradem Verhältniß steht, während Thiere bei stickstofffreier Nahrung an Gewicht gar nicht zunehmen, obgleich weder die stickstofffreien Nahrungsstoffe, noch die anorganischen Bestandtheile der Nahrung bei der Gewebebildung zu entbehren sind.

Was nun den zweiten Einwurf der Gegner Liebigs betrifft, daß auch das Eiweiß ein Respirationsmittel sei, weil dasselbe durch Sauerstoff nicht nur in leimgebenden Stoff und elastische Fasern, sondern auch diese wieder in Kreatin, Harnsäure, Harnstoff und Kohlensäure verwandelt werden, so sagt Liebig nur, und gewiß in vollem Rechte, daß die plastischen Bestandtheile der Nahrung zu denen gehören, welche die Eigenschaft der Verbrennlichkeit und Wärmeentwicklung im geringsten Grade besitzen, was zum Theil schon daraus hervorgeht, daß der Stickstoff an und für sich die schwächste Anziehung zum Sauerstoff besitzt, und sogar allen verbrennlichen Elementen, mit denen er sich verbindet, mehr oder weniger die Fähigkeit raubt, sich mit Sauerstoff zu verbinden, d. h. zu verbrennen. Liebig sagt ausdrücklich, daß die Elemente der plastischen Nahrungsstoffe an der Hervorbringung der täglich erzeugten Wärme nur einen sehr untergeordneten Antheil haben. Vergleichen wir, sagt er weiter, die Menge der täglich verzehrten plastischen Nahrung mit der in derselben Zeit verbrauchten Sauerstoffmenge, so ergibt sich, daß die verbrennlichen Elemente der erstern durchaus nicht hinreichen, um den ins Blut übergegangenen Sauerstoff in Kohlensäure und Wasser zu verwandeln. Dieser Ausspruch Liebigs ist übrigens auch nach meiner Ueberzeugung durchaus kein Beweis für die geringere Verbrennlichkeit der plastischen Nahrungsstoffe, da weder sie, noch die stickstofffreien bloß den Zweck haben, den ins Blut übergegangenen Sauerstoff in Kohlensäure und Wasser zu verwandeln, und der Sauerstoff überhaupt nicht zu diesem Zwecke ins Blut übergeht, sondern erst, nachdem er, wie wir theils schon gesehen, theils noch sehen werden, verschiedenen andern Zwecken gedient, in der Form von Kohlensäure, Wasser und Harnstoff wieder ausgeschieden wird.

Liebig gibt die, übrigens nur sehr beschränkte, Verbrennlichkeit der Eiweißkörper zu, indem er recht schön sagt: Vergleicht man die Fähigkeit des Albumins, sich mit Sauerstoff zu verbinden, mit der, welche Milchzucker, Traubenzucker und Fett besitzen, so steht es zu diesem in einem ähnlichen Verhältnisse, wie etwa Silber zu Eisen; und wenn wir die Bestandtheile des Thierkörpers, wie die Metalle, nach ihrer Verbrennlichkeit in edle und unedle ordnen wollten, so bestehen die geformten Theile desselben aus den edelsten, welche die organische Natur hervorbringt. Liebig sagt also selbst,

daß auch die plastischen Nahrungsstoffe verbrennlich seien, nur in einem sehr beschränkten Grade.

Die Ansicht von Frerich und Schmidt, daß die vermehrte Absonderung von Harnstoff bei reichlicher Fleischnahrung nur zum Theil als Umsatzprodukt erscheine, und daß der größte Theil des bei dieser Nahrung ausgeschiedenen Harnstoffs schon im Blute, und zwar durch unmittelbare Verbrennung des Eiweiß entstehe, hat, so viel mir bekannt ist, noch kein Physiolog getheilt; denn Niemand hat bis jetzt den Harnstoff als etwas Anderes angesehen, als das Produkt der Umsetzung von stickstoffhaltigen Körpertheilen; eine andere Quelle kennt man nicht, um so weniger, als der Harnstoff selbst während des Hungerns ausgeschieden wird, wo er also nur als Umsetzungsprodukt auftreten kann, da es in diesem Falle keine andere Quelle für denselben gibt, und das Blut nach wie vor Albuminate enthält, ja sogar relativ reicher an denselben ist. Da sich bei Fütterung von Thieren mit überreicher plastischer und stickstofffreier Nahrung die plastischen Stoffe derselben in Form von Fleisch, Zellgeweb ꝛc. ansetzen, während die stickstofffreien sich in Fett verwandeln, so ist also bei einer solchen Nahrung der Stoffwechsel vermehrt, und deswegen muß auch mehr Harnstoff durch den Urin ausgeschieden werden. Daß aber die directe Umsetzung von Albumin im Blute in Harnstoff chemisch unmöglich ist, hat zum Theil Liebig gezeigt, indem er die geringe Verbrennlichkeit des Albumins überhaupt nachwies, obwohl noch ein anderer, weit triftiger Grund für diese Unmöglichkeit nachzuweisen ist, nehmlich der, daß sich auf chemischem Wege das Albumin direct gar nicht in Harnstoff umsetzen läßt, sondern diese Ueberführung, wie wir später noch sehen werden, nur vermittelst gewisser Mittelstoffe, wie Kreatin, Kreatinin, Inosinsäure und Harnsäure möglich ist, welche Mittelstoffe nur als Rückbildungsprodukte der Gewebe, nie aber direct im Blute gebildet werden können. Diese directe Bildung von Harnstoff aus dem Albumin im Blute ist aber auch, wie wir früher gesehen, physiologisch undenkbar; denn würde dieses wirklich der Fall sein, wie sollte es kommen, daß während des Hungerns, wo verhältnißmäßig wenig Eiweiß und mehr Sauerstoff im Blute enthalten ist, dieses wenige Eiweiß bei diesem relativen Ueberschuß an Sauerstoff nicht auch direct verbrannt, sondern erst zur Gewebebildung verwendet wird, um umgekehrt, bei reichlicher

stickstoffhaltiger Nahrung, wo also bei derselben Quantität Sauerstoff das Verhältniß dieses Letztern zu den Eiweißstoffen ein viel kleinerer ist, ein Theil dieses Eiweiß direct im Blute verbrannt wird? Endlich aber könnte ohne diesen mächtigen Widerstand, welchen die Eiweißverbindungen des Thierkörpers vor allen andern der Einwirkung des Sauerstoffs entgegen zu setzen vermögen, das Leben gar nicht bestehen, weil das aus plastischen Nährstoffen entstandene Albumin, wenn es durch den eingeathmeten Sauerstoff in höherm Grade verbrennlich wäre, für den Ernährungsprozeß völlig unfähig wäre. So lange übrigens im Blute neben dem Albumin noch Stoffe enthalten sind, die dasselbe in ihrer Verwandtschaft zum Sauerstoff noch weit übertreffen, so lange kann dieser Sauerstoff nicht störend auf die Hauptbestandtheile des Bluts einwirken.

Stärkemehl, Zucker und Fett dienen also theils zur Bildung von Geweben und Organen, theils aber auch, in Folge der großen Verwandtschaft ihrer Elemente zum Sauerstoff, zum Schutz der Organe und zur Erhaltung der Körpertemperatur, während die stickstoffhaltigen Bestandtheile der Nahrung vorzugsweise Formbildner und Krafterzeuger sind, so, daß L i e b i g s Eintheilung der Nahrungsmittel in plastische und Respirationsmittel vollkommen gerechtfertigt ist. Auch die Versuche von B o u s s i n g a u l t, nach welchen die Zunahme des Körpergewichts eines Thiers in geradem Verhältniß steht zu der Menge der in der Nahrung genossenen plastischen Bestandtheile, während diese Thiere bei rein stickstofffreier Nahrung an Gewicht gar nicht zunehmen, rechtfertigen die Benennung: plastische Nahrungsmittel. Wie schon bemerkt, beliebten L i e b i g s Gegner nicht tiefer in die Sache einzugehen, sondern nahmen das Ganze nur oberflächlich, wobei sie noch die falsche Behauptung aufstellten, als hätte er nur die Eiweißstoffe ausschließlich für Baustoffe des thierischen Organismus, die zucker- und fetthaltigen Nahrungsstoffe ebenso ausschließlich für Mittel zur Erhaltung der Wärme und des Athmens erklärt und die anorganischen Bestandtheile ganz unberücksichtigt gelassen. Daß diese Behauptung ganz falsch ist, habe ich dadurch widerlegt, daß ich die in dieser Beziehung von L i e b i g aufgestellte Ansicht weiter oben wörtlich angeführt; zudem gibt L i e b i g sogar noch zu, daß auch die plastischen Nahrungsstoffe in gewissen Zersetzungsprozessen, wie in der Fäulniß, beinahe geradeauf in Ammoniak und fette

Säure (Buttersäure) zerfallen, so daß diese Materien unter gewissen Umständen sogar zur Erzeugung von Fett im thierischen Organismus dienen können.

Eine fernere Bedingung der Ernährung ist die Blutbewegung und die Ursache dieser Blutbewegung ist die Zusammenziehung des Herzens; indem nehmlich das in der Lunge in arterielles Blut verwandelte Venenblut durch die Lungenvenen in die linke Vor- und Herzkammer zurückkehrt, wird es von hier durch die Zusammenziehung dieser Kammern in die Aorta und durch diese mittelst der Verzweigungen des arteriellen Systems zu allen Organen und Geweben des Körpers geführt, um durch die Wandungen der Capillargefäße seine Bestandtheile in die Gewebe hinüberzuschwitzen. Da nun aber die Bildung der Gewebe im thierischen Organismus sehr verschieden ist, und jedes einzelne Gewebe zu seiner Bildung und Erhaltung seine eigenen Bestandtheile des Blutes fordert, so muß eine Ursache obwalten, warum das Blut in diesem Gewebe und Organe diese, und in jenem wieder andere Bestandtheile ausschwitzt, und diese Ursache ist, wie wir zum Theil früher schon gesehen, die verschiedene Geschwindigkeit, mit welcher die einzelnen Blutbestandtheile das Blut an verschiedenen Stellen verlassen, welche verschiedene Geschwindigkeit wieder durch die verschiedenen Durchmesser und Formen der Netze der Capillarien in den einzelnen Organen bedingt wird. Die Capillarien besitzen nehmlich in den verschiedenen Organen und Geweben nicht nur verschiedene Durchmesser, sondern bilden auch sehr verschiedene Netze, deren Formen für die einzelnen Gewebe und Organe eigenthümlich sind; so kommt in den Nerven und Nervenhäuten das longitudinale Gefäßgeflecht vor, wo die Capillarien der Länge nach verlaufen und ziemlich dick sind; das lineale, aus parallelen, äußerst zarten Canälchen bestehend, kommt besonders in den Muskeln, das strahlige besonders in den drüsigen Organen vor; die Maschen- und Schlinggeflechte besonders auf secernirenden Flächen und im Zellgewebe und das dentritische in den serösen Häuten vor; das erectile Gefäßgeflecht, weite Gefäße, die sich spalten, oder parallel neben einander laufen, und durch einfache Umbiegungen in Venen übergehen, beobachtet man im Penis, Clitoris, Iris und Milz. Das Gehirn hat sehr feine, das Knochenmark sehr weite Capillargefäße. Diese Eigenthümlichkeit der verschiedenen Capillargefäße bedingt

also die Schnelligkeit, mit welcher die einzelnen Blutbestandtheile ihre Wandungen durchdringen; so schwitzt z. B. das Eiweiß in den Capillaren der Haut, welche die Lunge überzieht, viel schneller aus, als aus andern; zwischen der Schnelligkeit, mit welcher die einzelnen Stoffe das Blut verlassen, und der Zusammensetzung der Gewebe ist also ein Wechselverhältniß, und die Verschiedenheit der Gewebe ist also in der verschiedenen Geschwindigkeit begründet, mit welcher die verschiedenen Stoffe des Bluts die Capillargefäß-Wandungen durchdringen; so müssen z. B. die Capillargefäße der Muskeln Cali viel schneller durchlassen als Natron, weil das Blut mehr Chlornatrium enthält als Chlorcalium, die Muskeln aber umgekehrt mehr Chlorcalium als Chlornatrium. Nach Moleschott ist die Austritts-Geschwindigkeit der Salze größer, als die von Wasser, die von Wasser größer, als die von Fett, sowie die des Fettes größer, als die von Eiweiß.

Da nun ein Theil des Bluts durch die Capillargefäß-Wandungen durchschwitzt, so bildet dieser die Bildungsquelle der festen Bestandtheile, wobei es natürlich ist, daß nur die im Blute gelösten Stoffe durchzuschwitzen vermögen, deswegen findet man in der durchgeschwitzten Flüssigkeit die wesentlichen Bestandtheile des Bluts, wie Eiweiß, Fette und anorganische Bestandtheile, wieder. Nach Moleschott hat das endosmotische Aequivalent einen mächtigen Einfluß auf die Durchschwitzungen der einzelnen Blutbestandtheile; da aber die Endosmose auf der einen Seite wieder von dem Druck, der auf die trennenden Membranen einwirkt, auf der andern Seite von der Spannung, unter welcher die Flüssigkeiten diesseits und jenseits der trennenden Haut verkehren, abhängig ist, so müssen diese Einflüsse eine nicht gering anzuschlagende Wirkung auf die Ausschwitzungen haben. Die Blutkörper, welche nicht gelöst im Blute sind, können daher die Wandungen der Capillargefäße als solche unmöglich durchdringen, und also auch, einer ältern Ansicht gegenüber, zur Gewebebildung direct nichts beitragen; indirect aber tragen sie sehr viel bei, indem namentlich sie es sind, welche die richtige Aufnahme von Sauerstoff in den Lungen, sowie die richtige Abgabe desselben in den Capillarien vermitteln, ohne welche alle Blut- und Gewebebildung unmöglich ist.

In je größerer Quantität die einzelnen Bestandtheile im Blute enthalten sind, in desto größerer Menge schwitzen sie auch durch,

so, daß also nach Frerich mehr Wasser als Eiweiß, mehr Eiweiß als Salze und mehr Salze als Fett durch die Wandungen der Harngefäße in die Gewebe treten.

Betrachten wir nun zuerst die plastischen Nahrungsstoffe, die Eiweißkörper, auf welche Art und in welchem Umfange sie zur Gewebebildung beitragen, dann die Fette und endlich die anorganischen Bestandtheile des Bluts.

Das Eiweiß ist am meisten verbreitet im thierischen Körper, und da der Nahrungssaft im thierischen Organismus mehr oder weniger reich an Eiweiß ist, so richtet sich der Eiweißgehalt der einzelnen Theile so ziemlich nach der Menge des Nahrungssaftes; doch ist nach Moleschott der Feuchtigkeitsgrad der einzelnen Organe nicht ausschließlich maßgebend für den Reichthum an Eiweiß, da die einzelnen Haargefäßgruppen das Eiweiß in sehr verschiedenen Verhältnissen führen; allerdings ist in trockenen Theilen, wie in Knochen, Zähnen u. dgl., der Eiweißgehalt sehr gering, dagegen ist aber der so wasserreiche Glaskörper des Auges ebenfalls arm an Eiweiß; die großen Drüsen, wie Leber, Nieren, Thymus, sind sehr eiweißreich. Nach Vauquelin enthalten die Nerven verhältnißmäßig mehr Eiweiß als Gehirn und Rückenmark, und nach Müller ist im Gehirn und den Nerven das Eiweiß in geronnenem Zustande vorhanden; es löst sich nehmlich nicht im Wasser auf und läßt sich durch Essigsäure verflüssigen.

Das Globulin des Blutes findet sich in der Crystalllinse des Auges unverändert wieder. Auch das Casein ist unverändert in einzelnen Geweben enthalten, wie im Zellgeweb und im Nackenband; nach Schulze ist es auch ein wesentlicher Bestandtheil der mittleren Haut der Arterien, sowie es nach demselben in den Wandungen derjenigen Arterien enthalten ist, die keine Muskelfasern enthalten. Dieses, in gelöstem Zustande im Blute enthaltene Globulin und Casein bedarf also einer bloßen Durchschwitzung, um zu Bestandtheilen der genannten Gewebe zu werden.

Ein großer Theil von Eiweiß, Casein, sowie das Globulin geht also unverändert vom Blute in die Gewebe über; weniger ist dieses mit dem im Blute ebenfalls gelösten Faserstoff, dem Hauptbildungsstoff der Muskeln, der Fall, da sich nach Liebigs Untersuchungen das Muskelfibrin von dem Blutfibrin durch einen geringern Stickstoffgehalt, sowie durch einen gewissen Gehalt von

Eisen unterscheidet; ebenso haben Liebig, Donders und Moleschott gefunden, daß die Primitiv-Fasern der Muskeln verschiedener Thiere auch verschiedene Abarten von Fibrin enthalten; so bestehen z. B. nach Mulder, Donders und Moleschott die gestreiften Muskelbündel aus zwei verschiedenen Stoffen, von denen der eine in Cali und Essigsäure leichter löslich ist, als der andere, und weil diese beiden Stoffe, in Essigsäure gelöst, mit kohlensaurem Ammoniak, gleich den Primitivfasern der Muskeln, einen Niederschlag bilden, so glaubt Mulder, daß der eine dieser Stoffe eine niedere Oxydationsstufe der Eiweißkörper, der andere eine Abart von Faserstoff sei.

Da nach Güterbock die Haut des Fötus keinen Leim, sondern Pyin, einen mit Mulders Proteintritoxyd ganz übereinstimmenden Körper, liefert, so scheint es, daß Mulders Proteinbi- und Tritoxyd unverändert aus dem Blute ausschwitzt.

Daß die Horngebilde, elastischen Fasern, sowie die leimgebenden Gewebe aus einer Umwandlung der Eiweißkörper hervorgehen, beweist nicht nur ihre Zusammensetzung, sondern auch ihre Eigenschaften; so besteht nach Mulder die Oberhaut, sowie die Nägel aus Stickstoff, Kohlenstoff, Wasserstoff, Sauerstoff und Schwefel, während nach van Lear die Haare außerdem noch Phosphor enthalten; alle lösen sich in Cali und werden durch Essigsäure aus diesen Lösungen niedergeschlagen. Horn, Oberhaut, Haare und Nägel werden durch Salpetersäure und Ammoniak gelb gefärbt, sowie nach Schulze die Horngebilde, gleich den Eiweißkörpern, durch starke Schwefelsäure und Zucker roth gefärbt werden.

Nach Mulder und Donders lassen sich alle Horngebilde durch eine richtige Behandlung mit Cali in Zellen verwandeln, die mit einem Kern versehen sind; da jedoch diese Zellen aus einem Kerne, einer Wand und einem Bindemittel bestehen, so kann man aus diesem, und der verschiedenen Löslichkeit der einzelnen Theile des Gewebes in Cali u. dgl. schließen, daß das Horngewebe aus verschiedenen Stoffen zusammengesetzt ist.

Nach Moleschott bilden die verschiedenen Oxydationsstufen der Eiweißkörper den Uebergang zu den Horngebilden und dem leimgebenden Gewebe, wie ja schon das in der Fötushaut enthaltene Proteintritoxyd (Pyin) der Vorläufer zu der leimgebenden Faser ist.

Die elastischen Fasern, welche nach Tilanus sich durch die Formel: $N^7\ C^{52}\ H^{40}\ O^{14}$ ausdrücken lassen, und welche beim Kochen keinen Leim geben, sind weder in verdünnter, noch in starker Calilauge löslich, ebenso wenig in Alkohol und Aether, und in nicht starker kochender Essigsäure und etwas verdünnter Calilauge werden sie erst nach vielen Tagen gelöst.

Zu den leimgebenden Geweben, die sehr stickstoffreich und schwefelhaltig sind und ihre Benennung daher haben, weil sie bei längerem Kochen mit Wasser Leim geben, gehören außer den Knochen die contractilen Fasern der Haut, die Fasern der Wände der Venen und Lymphgefäße, die elastische Haut der Arterien, die fibrösen und serösen Häute, die nicht contractilen Fasern der Bindegewebtheile, die Haut der Klappen in den Venen und Lymphgefäßen, das Neurilem, die Bänder, das Periosteum, Perichondrium und die Zwischengelenkknorpel. In mehreren dieser Gewebe und Membranen kommen übrigens neben den leimgebenden Fasern noch andere vor, die durch noch so langes Kochen nicht in Leim verwandelt werden, nehmlich elastische Fasern, wie im Sarcolem, welches die Primitiv-Bündel der Muskeln umgibt, und im Neurilem.

Da nach Donders und Mulder die Fettzellen häufig eine doppelte Wandung haben, von welcher die äußere in Essigsäure und Cali löslich, die innere aber unlöslich ist, so hält Mulder die äußere für leimgebenden Stoff.

Der Knochenleim, glutin, ist in getrocknetem Zustand farblos, durchsichtig, geschmack- und geruchlos, in Aether und Alkohol unlöslich, löst sich aber in warmem Wasser auf, während er in kaltem nur aufquillt; seine Lösung wird beim Erkalten zu einer Gallerte, welche Gallertebildung aber durch langes Kochen, sowie durch Zusatz von Essigsäure aufgehoben wird, wie er auch durch Lösung in verdünnten Mineralsäuren beim Erkalten seine Fähigkeit, zu gelatiniren, verliert. Wie beim Protein, so entsteht auch bei Behandlung des Leims mit starker Calilösung oder concentrirter Schwefelsäure Leucin und Leimzucker, während sich bei der Destillation des Leims mit stark oxydirenden Körpern, wie beim Protein, Benzoylkörper, Fettsäuren und Aldehyd bilden. Durch Chlor wird eine Leimsolation in Flocken gefällt. Der Knochenleim ist sehr stickstoffreich, da sein Stickstoffgehalt über

18 Prozent beträgt, und seine Formel ist nach Mulder $C^{13}$ $H^{10}$ $N^{2}$ $O^{5}$; außerdem enthält er nach Schlinger und Schloßberger auch etwas Schwefel; von andern Leimarten unterscheidet er sich dadurch, daß er durch Alaun, Bleiessig und Eisenchlorid nicht gefällt wird.

Von dem gewöhnlichen Leim ist der Knorpelleim, Chondrin, Chondragen, verschieden; er ist in den sogenannten permanenten Knorpeln, die nicht verknöchern, enthalten; ebenso ist aber auch die organische Substanz der Knochen vor der Ossification, also im frühern Fötusalter, ehe in ihm eine reichliche Ablagerung von Knochenerde stattfindet, Chondrin; auch die Hornhaut des Auges enthält Chondrin. Man erhält das Chondrin durch langes Kochen des wahren, des elastischen und des Faserknorpels; weil aber nach Moleschott durch Kochen von dem Faserknorpel und dem elastischen Knorpel nur die Knorpelzellen, von dem wahren dagegen nicht nur diese, sondern auch der formlose Zwischenstoff in Leim verwandelt wird, so liefern die letztern vielmehr Chondrin. Nach Mulder ist die Formel des Chondrin $N^{40}$ $C^{320}$ $H^{260}$ $O^{140}$ S; derselbe Forscher glaubt aus dem Umstande, daß die Löslichkeit der Bestandtheile der wahren Knorpel in Cali und Schwefelsäure sehr verschieden ist, so, daß die Grundlage leicht, die Knorpelkörperchen und die Wände der Zellen viel schwerer und die Kerne der Zellen sich gar nicht lösen, sondern in der Lösung herumschwimmen, annehmen zu müssen, daß die wahren Knorpel aus verschiedenen Bestandtheilen bestehen, wogegen Moleschott nicht mit Unrecht bemerkt, daß diese verschiedene Löslichkeit weniger von der ursprünglichen Verschiedenheit dieser Stoffe, als vielmehr von den mit der organischen Grundlage verbundenen anorganischen Stoffen abhänge. Mulder und Donders halten übrigens das Chondrin selbst für ein Gemenge von Substanzen, da eine klar filtrirte Auflösung desselben noch beinahe 4 Prozent Salze, besonders Kalksalze, enthält.

Johannes Müller war der Erste, welcher den Knorpelleim vom gewöhnlichem Leim unterschied; denn obgleich beide in vielen Eigenschaften so ziemlich mit einander übereinstimmen, so unterscheidet sich nach Moleschott das Chondrin vom Glutin zunächst dadurch, daß es mit Essigsäure und Alaun einen Niederschlag bildet, während das Glutin durch diese beiden gar nicht

gefällt wird; das Chondrin ist ferner weniger stickstoffreich und enthält nur 14 Prozent Stickstoff, während das Glutin 18 Procent enthält. Nach Schulze wird die Knorpelzelle durch Zucker und Schwefelsäure roth, der Zwischenstoff dagegen nur blaßröthlich gefärbt.

Wie ich weiter oben schon bemerkt, ist das Chondrin die organische Grundlage der Knochen vor der Ossification und verwandelt sich später in glutinhaltiges Gewebe, wobei es sehr wahrscheinlich ist, daß zwischen Chondrin und Glutin Zwischenbildungen vorkommen, die man noch nicht kennt; und da Schulze durch Behandlung mit Cali Knorpel in glutinhaltiges Gewebe überführte, so kann dieß, da der Knochenleim mehr Sauerstoff enthält, als das Chondrin, nur durch Aufnahme von Sauerstoff geschehen; ebenso wird auch bei der Ossification höchst wahrscheinlich die erste chondrinhaltige Grundlage durch Aufnahme von Sauerstoff in glutinhaltiges Gewebe überführt, wobei übrigens immer noch zu berücksichtigen ist, daß neben der Sauerstoff-Aufnahme bei der Knochenbildung aus Knorpel die Alcalisalze, nehmlich das kohlensaure Salz und das Kochsalz der Knorpel mit fortschreitender Verknöcherung, immer mehr den Erdsalzen, besonders dem phosphorsauren Kalk, weichen müssen.

Aus der Zusammensetzung der Horngebilde, elastischen Fasern und dem leimgebenden Gewebe geht ihr Ursprung aus den Eiweißkörpern des Bluts auf's Klarste hervor; und da diese Körper alle mehr Sauerstoff enthalten, als die Eiweißkörper, so kann der Uebergang der Letztern in Erstere nur unter Aufnahme von Sauerstoff erfolgen, weswegen es nach Moleschott sehr wahrscheinlich ist, daß Mulders Oxydationsstufen des Proteins den Uebergang zu diesen Stoffen bilden, wie das schon in der Fötushaut enthaltene, und mit Mulders Proteintritoxyd ganz übereinstimmende Pyin als Uebergangsstufe zu den leimgebenden Fasern zu betrachten ist.

Der Farbstoff, welcher die dunkle Farbe der Haut des Negers, der schwarzen Bronchialdrüsen und der Choroidea des Auges erzeugt, ist Melanin, welches, dem von Lehmann und Scherer beobachteten Eisen- und Stickstoffgehalt nach, aus dem Blutfarbestoff, und zwar ebenfalls unter Aufnahme von Sauerstoff, hervorzugehen scheint, da es nach Scherer beinahe noch so viel Sauerstoff enthält, als das Hämatin. Außer dem Eisen- und Stickstoff-Gehalt des Melanins weist übrigens noch der Umstand auf seine

Entstehung aus Hämatin, daß nach Bruch in dem aus dem Kreislauf ausgetretenen Blute ein dunkelbraunes, mit dem Melanin ganz übereinstimmendes, Pigment entsteht.

Bei der Betrachtung der Fette als Gewebebildner finden wir, daß schon die Fettbildner theilweise in den Geweben vorkommen; so hat Frerich in der Leber des Menschen sowohl als in der verschiedener Thiere Traubenzucker entdeckt, was auch Bernard bei Thieren fand, und zwar sowohl in der Leber hungernder Thiere, als auch bei solchen, die ausschließlich Fleischkost erhielten, so, daß der Zuckergehalt der Leber von der Nahrung unabhängig zu sein scheint. Da nun nicht wohl anzunehmen ist, daß dieser Zuckergehalt von stickstoffhaltigen Nahrungsstoffen herstammt, möchte ich die Ansicht Moleschotts in dieser Beziehung für die richtige halten, daß nehmlich, da das Blut von Thieren, deren Fleisch genossen wird, zuckerhaltig ist, dieser Zucker, so gering er auch im Blute vorkommen mag, sich nach und nach in der Leber ansammeln kann, wie dieses bei vielen Metallen der Fall ist.

Im Muskelfleisch fand Scherer eine eigenthümliche Zuckerart, das Inosit, und Lear, Lehmann und Liebig haben in verschiedenen Geweben Milchzucker nachgewiesen, so Lear in den Haaren, Lehmann in der Crystalllinse des Auges und Liebig im Fleisch.

Wie wir früher gesehen haben, werden die neutralen Fette des Chylus im Blute zu Fettseifen (öl- und margarinsauren Alcalien) umgewandelt, während wir in den Geweben die Fette wieder vorzugsweise als neutrale Fette treffen; bei dem Uebergang von den Haargefäßen in die Gewebe müssen also die Fettsäuren von ihren Basen getrennt werden, da in den Geweben des thierischen Organismus Elain, Margarin und Stearin als Fette auftreten, während die Fettsäuren nur beschränkt darin vorkommen, so, daß von diesen nur Lear Margarinsäure, Berzelius Oelsäure in den Haaren und Scherer Buttersäure in der Fleischflüssigkeit fanden, wogegen fast alle Theile des thierischen Organismus, mit Ausnahme der Zahnkrone, der mittleren Haut der Arterien, der Knorpel und der Lungen, sehr reich an Fett sind.

In der Leber, den Nieren, ganz besonders aber in dem Hirn und den Nerven ist während des Lebens das Fett mit Eiweiß emulsionsartig verbunden, und nach Donders und Mulder

enthalten auch die Ganglienkugeln Fett, sowie das Cholesterin des Bluts sich im Gehirn wieder findet. Nach Fremy enthält aber das Gehirn außer Elain, Margarin und Cholesterin noch zwei Fette, nehmlich Cerebrinsäure und Oleophosphorsäure, beide verseift und an Natron gebunden. Die Cerebrinsäure ist nach Fremy weder in Wasser noch in Aether löslich, dagegen leicht löslich in kochendem Alkohol; sie enthält Stickstoff und Phosphor, läßt sich crystallinisch darstellen und ihre Salze sind in Wasser nicht löslich. Die Oleophosphorsäure, nach Gobley Lecithin, soll Phosphor, aber keinen Stickstoff enthalten und läßt sich von der Cerebrinsäure nicht trennen, also nicht rein darstellen; nach Gobley soll das Lecithin bei der Behandlung mit Mineralsäuren und Alkalien in Oelsäure, Margarinsäure und Phosphor-Glycerinsäure zerfallen (eine Verbindung des Oelsüßes mit Phosphorsäure), während Fremy die Oleophosphorsäure beim Kochen mit Alkohol in Elain und Phosphorsäure zerfallen sah, ein Zerfallen, das nach Rokitanzky zum Theil auch bei der Gehirnerweichung vorkommen soll.

Liebig behauptet, daß aller Phosphor im thierischen Organismus nie als solcher, sondern nur als Phosphorsäure vorkommt, was, wie wir früher gesehen, Mulder bezüglich des Phosphorgehalts der Eiweißkörper, und zwar durch Behandlung von Legumin mit Salzsäure, schwefelsaurer Bittererde und Ammoniak auf der einen, und mit Salpetersäure, schwefelsaurer Bittererde und Ammoniak auf der andern Seite, wo er bei der ersten Behandlung nur Spuren, bei der letzten viel phosphorsaure Ammoniak-Bittererde erhielt, zu widerlegen und zu beweisen sucht, daß nicht aller Phosphor in den Eiweißkörpern als Phosphorsäure enthalten sei. Liebig behauptet in dieser Beziehung, daß die Phosphorsäure-Menge, die man bei Einäscherung thierischer Körper weniger, als auf nassem Wege erhält, ein bloßer Verlust sei, welcher durch Zersetzung von Phosphorsäure in Folge der Einwirkung von Hitze bei Gegenwart von Kohle verursacht werde und durch Zusatz von Alkalien, welche die Phosphorsäure binden, verhütet werden könne; im thierischen Organismus sei überhaupt niemals Phosphor als solcher vorhanden.

Lassaigne erhielt bei Verkohlung des Gehirns eine Kohle, welche Lackmuspapier röthete (durch ihre freie Phosphorsäure); da

er aber bei Verkohlung des Gehirns von verschiedenen Thieren nicht immer dieselbe saure Beschaffenheit der Kohle fand, so schloß er auf verschiedenen Mengegehalt an phosphorsaurem Fett bei verschiedenen Thieren. Denken wir uns nun das Gehirn als Organ der physischen Funktionen, so findet man, daß, je höher ein Thier in dieser Beziehung steht, desto größer die Menge des phosphorhaltigen Fetts im Gehirn desselben ist; auch Liebig gibt zu, daß drei Menschen, von denen der eine mit Brod und Ochsenfleisch, der andere mit Brod und Käse, und der Dritte mit Kartoffeln gefüttert wird, eine, ihnen entgegenstehende Schwierigkeit, unter ganz verschiedenen Gesichtspunkten betrachten. Da nun der Phosphorgehalt der Nahrung dieser drei Menschen ein sehr verschiedener ist, so muß die Nahrung auf die physischen Funktionen des Gehirns nicht ohne Einfluß sein, und nur von dieser Seite betrachtet, ist Moleschotts Ausdruck: „Ohne Phosphor kein Gedanke", wahr; damit ist aber durchaus nicht gesagt, daß der Phosphor denkt, sondern nur, daß er ein nothwendiger Gewebebildner des Organs des Denkens sei, ohne übrigens die übrigen auszuschließen; das Gehirn enthält bekanntlich sehr viel Wasser, und ein richtiger Wassergehalt des Gehirns ist zur Ausübung seiner psychischen Funktionen ebenso nothwendig wie der Phosphor, da bei vermindertem Wassergehalt alle psychischen Funktionen mehr oder weniger aufhören; also könnte man mit demselben Recht sagen: „Ohne Wasser kein Gedanke", wobei es aber Niemand einfallen wird, zu behaupten, daß das Wasser denke.

Was nun die überreichliche Fettbildung im thierischen Organismus, und die nothwendige Folge davon, die Fettablagerung, betrifft, so ist diese nach Liebig stets in einem Mißverhältniß zwischen dem Athmungs- und Ernährungsprozeß gegründet. Wenn im thierischen Organismus mehr eiweißhaltige und stärkemehlhaltige Nahrung angehäuft wird, als zur Unterhaltung seines Lebensprozesses nöthig ist, dann häufen sich die erstern in Form von Fleisch und Zellgeweb an, während sich die letztern in Fett verwandeln, das sich außerhalb der Blutgefäße in den verschiedenen Geweben ablagert. Die übermäßige Fettbildung beruht immer auf einem verhältnißmäßigen Mangel an Sauerstoff; denn, da sowohl die Fettbildner, wie Milch- und Traubenzucker, als auch das täglich genossene Fett eines Menschen, dessen Gewicht sich von Tag

zu Tag nicht ändert, im Blute sehr schnell verschwinden, so, daß sie nur mit Mühe darin aufgefunden werden können, so müssen die zur Bildung von Fett nicht nöthigen Fettbildner, wie die zur Gewebebildung nicht nöthigen Fette durch den eingeathmeten Sauerstoff verbrannt werden; dieses ist aber nur bei einer gehörigen Menge von Sauerstoff möglich; wird daher zu viel Stärkemehl und Fett in der Nahrung genossen, oder die zur Verbrennung von Fett erforderliche Menge von Sauerstoff anderseitig in Anspruch genommen, wie z. B. durch einen starken Genuß alkoholischer Getränke, so muß sich das Fett im Zellgeweb und den Organen anhäufen, daher die oft übermäßige Fettbildung bei starken Essern, sowie bei starken Branntweintrinkern, bei denen der durch den genossenen Alkohol in Anspruch genommene Sauerstoff nicht mehr hinreicht, das überschüssige Fett zu verbrennen. Auf der andern Seite sehen wir auch bei Hungernden durch den eingeathmeten Sauerstoff zuerst alles Fett verschwinden und beobachten erst nach dem Verschwinden des Fetts ein Schwinden der Muskeln und übrigen Gewebe, weswegen Liebig auch mit Recht die stickstofffreien Nahrungsmittel, und namentlich das Fett, als Respirationsmittel bezeichnet. Mit Ausnahme des Fleisches wilder Thiere, enthalten alle Nahrungsstoffe eine gewisse Menge Fett oder Fettbildner, und da die stickstofffreien Nahrungsmittel im Blute entweder direct verbrannt, oder zu Fett umgewandelt, und außerhalb des Blutsystems abgelagert werden, so dienen sie also nicht nur zur Erhaltung der Wärme, sondern der Organismus erhält durch diese Ablagerung außerdem noch das Vermögen, jeder Störung durch Anhäufung von verbrennlichen Substanzen im Blute vorzubeugen.

So wie nun die Eiweißkörper und die Fette zum Zweck der Bildung der verschiedenen Gewebe durch die Haargefäße durchschwitzen, so ist dieses auch mit den anorganischen Bestandtheilen des Blutes der Fall, und zwar sind nach Schmidt die einzelnen Salze in den durchgeschwitzten Flüssigkeiten in denselben Mengenverhältnissen vorhanden, wie im Blutwasser; nur die Flüssigkeit der Hirnhöhlen macht eine Ausnahme davon, indem sie mehr Kaliverbindungen und mehr phosphorsaure Salze enthält, sowie auch die Cerebrospinal-Flüssigkeit reich an Phosphorsäure und arm an Chlor ist.

Unter den anorganischen Stoffen ist für die Gewebebildung wohl das Wasser bei Weitem das wichtigste, indem die wichtigsten physikalischen Eigenschaften der Gewebe von ihrem Wassergehalt abhängen, da z. B. nach Chevreul die elastischen Gewebe, ihres Wassers beraubt, ihre Elastizität, und Knorpel und Sehnen ihre Biegsamkeit verlieren, welche Eigenschaft sie durch längeres Liegen im Wasser wieder erhalten. Der verschiedene Wassergehalt der Gewebe bedingt ferner ihre verschiedene Härte, und diese steht mit der Wassermenge derselben im umgekehrten Verhältnisse, weil die Gewebe um so härter sind, wie z. B. Zähne und Knochen, je geringer ihr Wassergehalt ist. Ein großer Theil des durch die Capillargefäße durchgeschwitzten Wassers gehört also wirklich den Geweben an, woher es auch kommt, daß die Ausscheidungsorgane, wie Haut, Nieren u. dgl., bei Weitem nicht so viel Wasser ausscheiden, als aus dem Blute durch die Capillaren durchschwitzt. Uebrigens hängt nicht nur die Härte und die physikalischen Eigenschaften der Gewebe von einem gewissen Wassergehalt ab, sondern es sind auch ihre Funktionen, sowie der darin vor sich gehende Stoffwechsel durch denselben bedingt; Gehirn und Muskeln z. B. gehören zu den wasserreichsten Geweben unsers Körpers, und ihre Funktionen nehmen ab, oder hören ganz auf, sowie ihr Wassergehalt abnimmt; ein entwässerter Muskel entwickelt keine Kraft, und ohne Wasser kann das Gehirn, wie schon oben bemerkt, so wenig denken, als ohne Phosphor.

Außer dem Wasser finden sich auch die übrigen anorganischen Bestandtheile des Bluts mehr oder weniger in allen Geweben wieder, und die einzelnen Gewebe üben, wie schon früher gezeigt wurde, auf gewisse Salze eine regelmäßige Anziehungskraft aus, da uns schon Liebig auf eine solche Verwandtschaft zwischen Muskelfasern und Chlorkalium, sowie zwischen dem Knorpelgewebe und Chlornatrium hingewiesen. Eben so wichtig ist der phosphorsaure Kalk für die Knochen und Zähne, und die Knochen sind nach Moleschott um so reicher daran, je mehr sie angestrengt werden. Nach Lehmann muß übrigens der kohlensaure Kalk, welcher neben dem phosphorsauren in nicht unbedeutender Menge in den neugebildeten Knochen vorhanden ist, als die Quelle des phosphorsauren Kalks angesehen werden. Wie wir früher bemerkt, ist das Chondrin die organische Grundlage der Knochen vor der

Ossifikation, welches bei der fortschreitenden Verknöcherung durch Aufnahme von Sauerstoff nach und nach in leimgebendes Gewebe übergeht, wobei zugleich die Alkalisalze, besonders das kohlensaure Salz und das Kochsalz der Knorpel, bei der weiterschreitenden Ossifikation den Erden, und besonders dem phosphorsauren Kalk immer mehr weichen, und auch im hohen Alter der kohlensaure Kalk gegen den phosphorsauren immer mehr zurücktritt. Außer dem kohlensauren und phosphorsauren Kalk kommt nach Liebig und Lehmann auch Fluorcalcium und phosphorsaure Bittererde in den Knochen vor, während Vauquelin auch Kieselerde und etwas Thonerde in denselben fand. Phosphorsaurer Kalk, phosphorsaure Bittererde, kohlensaurer Kalk und Fluorcalcium sind also die nothwendigen anorganischen Bestandtheile der Knochen, während Kieselerde, Thonerde, sowie das in den Knochen auch schon vorgefundene Eisen gerade nicht als nothwendige Gewebebildner der Knochen betrachtet werden können.

Der kohlensaure Kalk kommt nach Moleschott crystallinisch im Hirnsand und in den ovalen Säckchen des Vorhofs des menschlichen Gehörorgans vor.

Die phosphorsaure Bittererde ist außerdem noch als Gewebebildner für die Muskeln zu betrachten, in welchen er nach Liebig sogar über den Kalk vorherrscht.

Nach Chevreil und Lear ist die Kieselerde ein nothwendiger Bestandtheil mehrerer horniger Gebilde, wie der Haare, Wolle, der Federn der Vögel.

In der Crystalllinse des Auges ist außer schwefelsaurem Natron nach Lehmann auch phosphorsaures Natron-Ammoniak enthalten.

Das Eisen scheint ein nothwendiger Bestandtheil der Horngebilde, und besonders der Haare zu sein, in welchen es als Oxyd enthalten ist, welche übrigens auch noch schwefelsaure Bittererde und Chlormagnesium enthalten; in den Knorpeln und Knochen fanden Berzelius und Gugert nur Spuren davon; außerdem kommt das Eisen, als Bestandtheil des Melanin, in den schwarzen Pigmentablagerungen, wie in der Haut des Negers, in den Lungen und Bronchialdrüsen erwachsener Menschen, sowie in der Choroidea des Auges vor. Zuweilen findet man es auch als krankhafte Ablagerung in manchen Geschwülsten, und auf Schleimhäuten bei

chronischen Catarrhen, wo dessen Ursprung aus dem Hämatin leicht nachzuweisen ist.

Die Behauptung Orfila's, daß jeder thierische Körper Arsenik enthalte, hat sich nicht bestätigt, da verschiedene Forscher, und unter diesen namentlich Stein, Orfila's Ansicht widerlegten.

Daß Jod ein nothwendiger Bestandtheil des menschlichen Organismus ist, geht aus den Untersuchungen von Chatin und Andern hervor; welche Gewebe übrigens eine besondere Verwandtschaft zu demselben haben, wissen wir bis jetzt noch nicht.

---

# IV. Rückbildung.

Aus dem Bisherigen haben wir nun gesehen, wie die durch den Mund aufgenommenen Nahrungsstoffe durch die Verdauung zu Stoffen des Bluts und diese Letztern endlich in die verschiedenen Gewebe des menschlichen Organismus umgewandelt werden. Da aber der thierische Organismus überhaupt einem steten und ununterbrochenen Stoffwechsel unterworfen ist, so müssen die verbrauchten Bestandtheile der Gewebe, die fortwährend aus dem Blute wieder durch neue ersetzt werden, nothwendig aus dem Körper geschafft werden, was nur durch Umwandlung derselben in die sogenannten Auswurfstoffe möglich ist, eine Umwandlung, welche, wie die Anbildung, ebenfalls durch Einwirkung des von den Capillaren in die Gewebe gedrungenen Sauerstoffs erfolgt.

Es ist unstreitig ein großer Fortschritt in der Wissenschaft, daß die frühere falsche Ansicht, als würden die Auswurfsstoffe in den Ausscheidungsorganen gebildet und dann fortgeschafft, jetzt aufs Entschiedenste widerlegt ist, indem die neue Wissenschaft deren Bildung in den Geweben und theilweise im Blute nachwies.

Daß nun, trotz des ununterbrochenen Stoffwechsels in den einzelnen Formbestandtheilen des Körpers, die Gestalt derselben immer dieselbe bleibt, ist nur dadurch möglich, daß die zerfallenden Formbestandtheile sogleich wieder durch neue ersetzt werden, und so die entstandenen Lücken in den Geweben sogleich wieder durch neue Bildungen ausgefüllt werden; wie schnell dieses vor sich geht, davon liefern uns die Untersuchungen von Scherer und Müller den entschiedensten Beweis, indem Scherer in dem thätigsten Muskel des Körpers, in dem Herzmuskel, Hypoxanthin (mit der

Formel $N^2 C^5 H^2 O$) fand, einen Stoff, welcher nur eine höhere Oxydationsstufe der Harnsäure ist, während Müller neben diesem Hypoxanthin junge, zu sehr schmalen Bündeln vereinigte Muskelfasern, als die jüngsten Entwicklungsstufen, beobachtete.

Wie bei der Anbildung, so ist auch bei der Rückbildung die Umsetzung der stickstoffhaltigen und die der stickstofffreien Stoffe, obwohl dieselbe bei beiden durch den Sauerstoff bewirkt wird, in soferne eine verschiedene, als sie ganz verschiedene Produkte liefert. Recht schön sagt Liebig in dieser Beziehung: Mit dem Albumin beginnt, mit dem Harnstoff endigt die Reihe der im lebenden Körper gebildeten Stickstoffverbindungen, so, daß also der Harnstoff die letzte Stufe der Rückbildung der Eiweißkörper ist, wie Kohlensäure und Wasser als die letzte Stufe der Rückbildung der stickstofffreien Körper erscheint, und der ganze, durch den Sauerstoff angeregte Stoffwechsel im thierischen Organismus in der Bildung von Kohlensäure, Wasser und Harnstoff sein Endziel erreicht.

Da nun aber sowohl die Rückbildung der stickstoffhaltigen Gewebe in Harnstoff, sowie der stickstofflosen Stoffe in Kohlensäure und Wasser nur durch Zwischenstufen ihr Endziel erreicht, so ist es natürlich von Wichtigkeit, diese Uebergangsstufen kennen zu lernen, und Liebig war wieder der Erste, welcher uns zunächst in dem Kreatin, Kreatinin und der Inosinsäure die Uebergangsstufen von den stickstoffhaltigen Geweben zu den Ausscheidungsstoffen kennen lernte.

Nach Liebig zerfällt die Fleischfaser bei der Rückbildung in Kreatin, Kreatinin und Inosinsäure.

Das Kreatin, Fleischstoff, nach Liebig durch die Formel: $C^8 N^3 H^9 O^4 + HO$ ausdrückbar, crystallisirt in Nadeln, ist im Wasser löslich, weder sauer noch alkalisch und kommt im Fleisch verschiedener Thiere und nach Schloßberger auch im Menschenfleisch vor, und zwar um so mehr, je thätiger eine Muskel ist, weswegen es im Herzmuskel am meisten getroffen wird, und aus demselben Grunde enthält auch das Fleisch der Vögel eine größere Quantität davon, als das der vierfüßigen Thiere, so, daß nach Liebig in 1000 Theilen Ochsenfleisch 1,05 Kreatin und in derselben Quantität Hühner- und Taubenfleisch 2,52 enthalten ist.

Das Kreatinin, Fleischbasis, mit der Formel $C^8 N^3 H^7 O^2$,

kommt in dem Muskelfleisch nicht in derselben Quantität vor, wie das Kreatin, ist im Wasser leicht löslich und bildet farblose, glänzende Krystalle; nach Liebig ist es eine starke organische Basis, reagirt alkalisch, und bildet mit Säuren crystallisirbare Salze. Diese beiden Rückbildungsstoffe enthalten dieselben Elemente und, bis auf den Kohlenstoff und den Wasserstoff, wie wir oben gesehen, in demselben Verhältnisse; das Kreatinin unterscheidet sich also vom Kreatin durch einen Mindergehalt von ein paar Atomen Wasser, und das eine kann in das andere verwandelt werden; bei der Berührung des Kreatins mit einer starken Säure trennen sich nehmlich die übrigen Aequivalente vom Wasser, und es entsteht Kreatinin, welches, als starke organische Basis, einen Theil der Säure neutralisirt. Dieses Kreatin und Kreatinin gehören zu den stickstoffreichsten organischen Körpern, indem das Erstere 32, das Letztere 37 Prozent Stickstoff enthält, und sind beide im Fleische fertig gebildet vorhanden, wo sie als die ersten Produkte des Stoffwechsels in den Muskeln auftreten.

Die ebenfalls in den Muskeln der Säugethiere vorkommende Fleischsäure, Inosinsäure, läßt sich durch die Formel $C^{10} N^2 H^7 O^{11}$ ausdrücken und ist der sauerstoffreichste Stoff im ganzen Thierkörper; sie bildet eine dickliche, in Wasser leicht lösliche Flüssigkeit, welche nach Fleischbrühe schmeckt und als solche nicht crystallisirt, wogegen ihre Salze, besonders ihre Kalk- und Barytsalze, in glänzenden, durchsichtigen Blättchen crystallisiren; die inosinsauren Alkalisalze sind ebenfalls im Wasser leicht löslich und verbreiten beim Erhitzen einen angenehmen Bratengeruch.

Diese drei ebengenannten Stoffe sind also die ersten, durch den Sauerstoff hervorgerufenen Erzeugnisse des Zerfalls der stickstoffhaltigen Gewebe und die Uebergangsstufen von den Geweben zu den Ausscheidungsstoffen, was nicht nur ihre Zusammensetzung, sondern auch der Umstand beweist, daß das Kreatin sich so leicht in eine neue Basis und in Harnstoff zerlegen läßt. Da aber das Kreatin sich nicht immer gleich in Harnstoff überführen läßt, so treten als weitere Zwischenglieder noch Leimzucker (Glycocoll), Harnsäure, Allantoin und endlich Harnstoff auf, welche nach Liebig durch fortwährende Einwirkung von Sauerstoff und daraus hervorgehendes fortschreitendes Austreten von Kohlenstoff, oder einer Kohlenstoffverbindung entstehen.

Diese genannten Rückbildungsstoffe der Eiweißkörper, nehmlich Kreatin, Kreatinin, Harnsäure und Harnstoff, wurden nicht nur im Blute, sondern auch in den Geweben nachgewiesen. Wie Verdeil und Marcet Kreatin und Kreatinin im Blute entdeckten, so hat sie Liebig im Muskelfleisch, und besonders im Herzmuskel, nachgewiesen, in welchem Scherer ebenfalls das so leicht in Harnsäure überführbare Hypoxanthin fand. Ebenso wies Scherer die Harnsäure in der Milz nach und Liebig dieselbe in den Muskeln an Kali gebunden. Der Harn gesunder Menschen enthält oft Kleesäure, deren Entstehung aus dem Umstande leicht zu erklären ist, daß nach Liebig die Harnsäure durch Behandlung mit Bleiüberoxyd, also einem sauerstoffreichen Körper, sehr leicht in Kleesäure und Harnstoff übergeführt wird, was natürlich auch im Körper bei hinreichender Menge von Sauerstoff vorkommt. Der Harnstoff endlich wurde nicht nur von Millon und Wöhler in der Glasflüssigkeit des Auges, sondern auch von Moleschott in den Muskeln entleberter Frösche, an Kleesäure gebunden, und von Wöhler in der Amniosflüssigkeit nachgewiesen. Daß der Harnstoff überhaupt nicht häufig in den Geweben gefunden wird, mag nach Moleschott theils daher kommen, daß er entweder zu schnell von den Geweben in die Blutgefäße übergeht, oder weil Kreatin und Kreatinin als solche im Blute vorkommen und erst hier durch Einwirkung von Sauerstoff in Harnstoff überführt werden; daß er übrigens auch in den Geweben vorkommt, kann man aus der so leichten Zersetzung der Harnsäure in Kohlensäure und Harnstoff schließen, und nur der schnelle Uebergang aus den Geweben in die Blutgefäße mag die Ursache sein, warum er in den Geweben nicht häufiger getroffen wird.

Wie nun der Harnstoff das Endglied der Rückbildung der stickstoffhaltigen Bestandtheile der Gewebe ist, so sind Kohlensäure und Wasser die Endglieder der Rückbildung der stickstofffreien. Die stickstofffreien Bestandtheile der Gewebe sind Fettbildner und Fette; allein zwischen diesen und den Endstufen ihrer Rückbildung, nehmlich Kohlensäure und Wasser, treten noch verschiedene Zwischenstufen auf, wie namentlich Milchsäure, Buttersäure, Essigsäure, Ameisensäure, Bernsteinsäure, Kleesäure, welche dann in Kohlensäure und Wasser übergeht, so, daß also diese Säuren die Mittelstufen zwischen Fettbildnern und Fetten auf der einen, und zwischen

Kohlensäure und Wasser auf der andern Seite sind. Alle diese Säuren werden durch weitere Aufnahme von Sauerstoff ineinander, und die Kleesäure am Ende in Kohlensäure und Wasser überführt. Ebenso wurden alle diese Säuren von Moleschott, Liebig, Heintz, Schmidt und Scherer theils im Muskelfleisch, theils im Schleime aufgefunden, und ihre letzten Rückbildungsstufen, Wasser und Kohlensäure, letztere besonders als kohlensaure Salze, sind in allen Geweben enthalten, so, daß man gegenwärtig mit Recht behaupten kann, daß alle Ausscheidungsprodukte, sowohl die der stickstoffhaltigen, als die der stickstofflosen Gewebebildner, schon in den Geweben selbst gebildet werden, und, da das Blut diejenige Flüssigkeit ist, durch welche sie aus den Geweben den Ausscheidungs-Organen zugeführt werden, so müssen sie natürlich auch im Blute vorkommen, wo sie in der neuesten Zeit auch alle mehr oder weniger aufgefunden wurden; daß dieses früher nicht schon geschah, hat zum Theil seinen Grund auch darin, daß sie die Blutbahn mit einer solchen Schnelligkeit durcheilen, daß sie auf diesem Wege schwer zu erreichen sind.

Wenn nun aber auch die Bildung der Ausscheidungsstoffe vorzugsweise in den Geweben erfolgt, so ist damit, wie wir zum Theil schon gesehen, wenigstens eine theilweise Bildung dieser Stoffe im Blute nicht ausgeschlossen, die sich aber nur auf die Rückbildung stickstoffloser Bestandtheile, und besonders des Fetts beschränkt. Nach Vierordt ist während der Verdauung die Ausscheidung der Kohlensäure vermehrt, welche Vermehrung nur darin ihren Grund haben kann, daß Fett schon im Blute, wenigstens theilweise, zu Kohlensäure und Wasser verbrennt wird; ebenso nimmt nach Thomson bei eiweiß- und fetthaltiger Nahrung die Menge der dem Blute zugeführten Fette wirklich auffallend schneller ab, als die des Eiweiß, ein Umstand, dessen Grund, abgesehen von der größern Geschwindigkeit, mit welcher das Fett, im Vergleich zum Eiweiß, die Gefäße verläßt, doch auch in einer theilweisen Verbrennung von Fett im Blute zu suchen ist.

Da der Umsatz im thierischen Körper um so größer ist, je mehr Sauerstoff eingeathmet wird, das Athmen aber mit der Thätigkeit des Körpers in geradem Verhältniß steht, und dem thätigsten Organe auch am meisten Blut, also auch am meisten Sauerstoff zugeführt wird, so gibt natürlich die Menge der Aus-

wurfstoffe einen Maßstab für die Thätigkeit des Körpers; wie wir gesehen, enthält der immer thätige Herzmuskel auch am meisten Kreatin, sowie auch die Muskeln der Vögel, die nach Boussingault weit mehr Kohlensäure aushauchen, als der Mensch, ebenfalls mehr Kreatin enthalten; ebenso beobachtete auch Berzelius um so mehr Milchsäure in den Muskeln, je mehr ihre Thätigkeit in Anspruch genommen wurde. Durch körperliche Thätigkeit wird also die Rückbildung vermehrt, so zwar, daß nach Gerlach ein in körperlicher Thätigkeit begriffener Mensch in 9 Stunden so viel Kohlensäure durch die Haut ausscheidet, als sonst in 24 Stunden. Durch Arbeit wird also nicht nur die Ausscheidung der Kohlensäure durch die Haut und Lungen, sondern auch die Secretion des Schweißes und Harns vermehrt, welcher gleichzeitig auch eine vermehrte Harnstoff-Ausscheidung zeigt; dasselbe Resultat, mit Ausnahme der vermehrten Schweißsecretion, beobachtet man auch bei rein geistiger Anstrengung.

Das Hauptausscheidungsorgan für die Kohlensäure ist die Lunge, wo dieselbe mit dem eingeathmeten Sauerstoff ausgetauscht wird; außerdem scheidet aber auch noch die Haut Kohlensäure aus, indem das in den Capillaren der Haut circulirende Blut mit der umgebenden Atmosphäre in Wechselwirkung tritt, wobei die Luft Kohlensäure und Wasserdunst empfängt und dafür, ähnlich wie in den Lungen, Sauerstoff abgibt, nur mit dem Unterschiede, daß durch die Haut mehr Kohlensäure ausgeschieden wird, als Sauerstoff eingenommen, während in der Lunge gerade das Gegentheil erfolgt, da sich nach Gerlach die beim Lungenathmen ausgeschiedene Kohlensäure zum aufgenommenen Sauerstoff wie 6 : 7, beim Athmen durch die Haut aber wie 6 : 2¾ verhält; ebenso ist, wie wir schon früher gesehen, die Kohlensäure-Ausscheidung überhaupt durch die Lunge viel beträchtlicher, als durch die Haut, indem die Lunge nach Scharling 30mal, nach Gerlach sogar 90mal mehr Kohlensäure ausscheidet, als die Haut.

Die durch die Lunge und die Haut zugleich ausgeschiedenen Stoffe heißen Perspirations-Verlust, und nach Valentin verhält sich dieser zu den Ausscheidungsstoffen durch Koth und Urin wie 1 : 1,2724; da nun nach Lavoisier und Seguin der durchschnittliche Verlust eines Erwachsenen durch die Gesammt-Perspiration in einer Stunde 57,366 Grm. beträgt und in derselben

Zeit durch die Lungen allein 15,081 Grm. ausgeschieden werden, so beträgt die Menge der Hautausdünstung in einer Stunde 42,285 Grm. und verhält sich also zur Lungenausscheidung wie 11 : 7, nach Valentins Untersuchungen an sich selbst wie 10,255 : 7. Durch die Haut wird verhältnißmäßig mehr Wasser, durch die Lunge relativ mehr Kohlensäure ausgeschieden.

Tritt mehr Wasser durch die Haut aus, als die Atmosphäre in Dunstform aufzunehmen im Stande ist, dann wird ein Theil des ausgeschiedenen Dunstes zu tropfbarflüssigem Wasser und erscheint als Schweiß, welcher nach Lehmann 98—99 % Wasser enthält, außerdem Kochsalz, Chlorkalium, schwefelsaures und phosphorsaures Natron, phosphorsauren und kohlensauren Kalk, auch schwefel- und stickstoffhaltige Körper, Fett und flüssige Fettsäuren, besonders Buttersäure, nach Berzelius auch Milchsäure, zum Theil frei, zum Theil an Ammoniak gebunden, und eine Menge abgeschuppter Oberhautzellen; er reagirt schwach sauer, an einzelnen Körpertheilen auch alkalisch. Flüchtige, in's Blut gelangte Stoffe werden mit dem Schweiß oft wieder ausgeschieden.

Die beste Analyse des Schweißes ist von Schottin. Dieser Analyse zufolge ist der Schweiß im Ganzen arm an festen Bestandtheilen und enthält nur etwas mehr als 2% davon. Von den darin enthaltenen organischen Säuren ist die Ameisensäure vorherrschend; außerdem enthält er Essigsäure und Buttersäure, während Schottin die von Berzelius darin entdeckte Milchsäure in Abrede stellt. Da zu den frühern Untersuchungs-Methoden stets der mit Hauttalg vermischte Schweiß verwendet wurde, so konnte man über den wirklichen Fettgehalt desselben nie ein zuverlässiges Resultat erlangen, bis Krause den Schweiß der vola manus, die bekanntlich keine Talgdrüsen hat, untersuchte und darin das Vorkommen von neutralen Fetten nachwies.

Daß der Schweiß an einzelnen Körpertheilen alkalisch reagire, wie dieß z. B. Donné an dem Schweiß der Achselhöhlen beobachtet haben will, bestreitet Funke, indem er behauptet, daß der Schweiß immer eine mehr oder weniger stark saure Reaction zeige, und die gefundene alkalische Reaction beruhe nur auf dem Umstande, daß zu diesen Untersuchungen kein frisch abgesonderter Schweiß verwendet wurde, wie sich auch wirklich im nicht frisch secernirten Schweiße an der Luft Ammoniaksalze bilden, daher denn auch

der von Donné im Schweiß der Achselhöhle constant gefundene ammoniakalische Geruch.

Als pathalogisches Secret wird bei den sogenannten Zuckerkrankheiten (Diabetes mellitus) mit dem Schweiß auch manchmal Zucker, und zwar, einigen neuern Beobachtungen zu Folge, in nicht unbeträchtlicher Menge ausgeschieden, wie auch bei gehinderter Ausscheidung von Harnstoff durch die Nieren, z. B. bei Urämie in der Cholera, dieser oft in solcher Menge durch den Schweiß ausgeschieden wird, daß er nach dem Verdunsten des Schweißes oft die ganze Hautoberfläche als weiße Crystalle bedeckt.

Daß als zufällige Beimischungen durch den Schweiß manchmal auch Pigmente ausgeschieden werden, beweisen die schon wiederholt gemachten Beobachtungen von blauem, und sogar auch rothem Schweiß, wie man bei Ikterischen nicht selten auch Gallenpigment im Schweiße findet.

Bezüglich der quantitativen Verhältnisse der Schweißabsonderung herrscht schon, wie wir wissen, ein nicht unbedeutender subjectiver Unterschied, da diese Secretion nicht nur bei verschiedenen Personen sehr differirt, sondern auch, je nach den äußern und innern Verhältnissen, auch bei einer und derselben Person außerordentlich verschieden ist, weil Ruhe oder Bewegung der Luft, sowie deren Temperatur, Dichtigkeit und Feuchtigkeit, wie auch die Beschaffenheit der Kleidung auf der einen Seite und die Art und Beschaffenheit der Nahrung und Getränke auf der andern Seite von sehr großem Einfluß auf die Schweißabsonderung sind. Eine hohe Temperatur befördert z. B. die Schweißabsonderung auf dreifache Weise, indem sie nehmlich den Zufluß des Blutes in die Capillaren der Haut vermehrt, die Verdunstung überhaupt befördert und eine warme Luft auch mehr Dünste in sich aufnimmt, als eine kalte, während eine feuchte Luft weniger Wasserdämpfe aufzunehmen im Stande ist, und demzufolge die Schweißabsonderung hemmt. Aehnlich wirkt auch die ruhige Luft; da sich nehmlich bei ganz ruhiger Luft die der Haut zunächst gelegenen Luftschichten bald mit Wasserdünsten sättigen, so wird natürlich hiedurch die weitere Verdunstung beschränkt.

Weil warme Kleider die Abgabe von Wärme nach Außen durch ihre schlechte Wärmeleitung verhindern, so wird hiedurch nicht nur der Blutzufluß zur Haut vermehrt, sondern durch diese

Wärme auch die Verdunstung befördert. Daß die Art und Beschaffenheit der Kleidung hierauf einen großen Einfluß hat, werden wir später bei der Entwicklung der thierischen Wärme sehen.

Aufnahme von Nahrung und Getränken vermehrt den Stoffwechsel, also muß sie auch die Hautausdünstung befördern, wobei bei den Getränken noch die Vermehrung des Wassergehalts des Bluts und bei einzelnen noch ihre Temparatur und ihr Gehalt an Alkohol das Seinige beiträgt, indem bekanntlich heiße und spirituöse Getränke die Hautausdünstung befördern, wie dieses auch mehr von animalischer Kost, als von vegetabilischer geschieht.

Große Körperanstrengungen, besonders starkes und anhaltendes Laufen, befördern die Hautausscheidung durch Vermehren des Stoffwechsels, wobei beim Laufen noch die, die Verdunstung befördernde bewegte Luft in Anschlag kommt.

Wie wir später noch sehen werden, hängt die Größe der Hautausscheidung auch von Harnausscheidung und zum Theil auch von der Ausscheidung durch den Darm ab; je reichlicher die Harnsecretion, desto sparsamer die Hautsecretion, und umgekehrt; ebenso wirken trockene Stuhlentleerungen den häufigen wässerigen Stuhlentleerungen gegenüber.

Wie überhaupt das Nervensystem auf alle Secretionen einen großen Einfluß hat, so ist dieses namentlich auch bei der Schweißsecretion der Fall, was am deutlichsten bei der Veränderung dieser Secretion durch Schreck, Angst, Zorn und dgl. wahrzunehmen ist.

Aus allen diesen Thatsachen geht nun die Schwierigkeit, ja beinahe die Unmöglichkeit hervor, das quantitative Verhältniß dieser Secretion genau zu ermitteln.

Die hohe Wichtigkeit der Hautausdünstung geht namentlich daraus hervor, daß ein Thier, dessen Haut mit luftdichtem Firniß beschmiert ist, bald stirbt, sowie ein Mensch mit ausgedehnten Hautverbrennungen nicht mehr leben kann.

Die zu Kohlensäure und Wasser verbrannten stickstofffreien Gewebebildner werden also hauptsächlich durch die Haut und Lungen, die zu Harnsäure und Harnstoff verbrannten stickstoffhaltigen Gewebe werden durch die Nieren, sowie der zu Schwefelsäure verbrannte Schwefel und die Alcalien, alcalischen Erden, das Eisen und die Phosphorsäure theils durch die Nieren, theils durch den Darmkanal ausgeschieden. Während nehmlich durch den Darmkanal

Schleim und Horngebilde, und besonders Erdsalze und Eisen ausgeschieden werden, gehen durch den Harn vorzugsweise die Salze aus dem Körper.

Oberhaut. Das Organ, durch welches der größte Theil des Perspirationsverlustes ausgeschieden wird, ist die, die ganze Oberfläche des Körpers bedeckende Haut, welche zunächst aus einer sehr gefäß- und nervenreichen Membran, der Lederhaut, corium, besteht, in welcher sich auch die verschiedenen Absonderungsapparate befinden. Diese, auf ihrer äußern, sehr gefäßreichen Oberfläche mit Gefühlswärzchen besetzte Lederhaut sondert hier die, später zu beschreibende Epidermis ab, während ihre innere Oberfläche durch ein lockeres, mit vielem Fett durchdrungenes Zellgeweb, das Unterhautzellgeweb, panniculus adiposus, mit den von ihr bedeckten Theilen locker zusammenhängt, so, daß sie leicht verschiebbar ist. Die, die äußere Oberfläche der Lederhaut bedeckende Epidermis besteht aus einer Lage platter, verhornter, in Essigsäure unlöslichen Zellen, während die zwischen ihr und der Lederhaut liegende Schicht, das sogenannte rete Malpighii, aus rundlichen, in Essigsäure löslichen Zellen besteht. Der eigentliche Theil der allgemeinen Bedeckung, die Lederhaut selbst, welche aus durcheinander gewirkten Zellstofffasern besteht, ist schwer zu zerreißen, aber weich, biegsam und contractil und bildet eigentlich drei, übrigens nicht scharf von einander gesonderte Schichten, nehmlich die äußere Schichte, wegen der in ihr enthaltenen Gefühlswärzchen und Papillarkörper auch Warzengewebe, corpus papilare, genannt, welche von einem engen und gleichförmigen, aus Maschen bestehenden Netze von Capillar- und Lymphgefäßen durchzogen wird, durch welches Capillargefäßnetz der Austausch von Kohlensäure und Wasserdampf mit dem Sauerstoff der atmosphärischen Luft erfolgt, und aus welchem dann die Haargefäße zu den Wärzchen laufen, sich schlingenförmig in ihnen umbiegen, und dann wieder zum Netze zurückkehren.

Die mittlere Schichte der Lederhaut, welche keine Maschen und Zellen hat, ist dichter, und auch sie wird, wie die obere Schichte, von Haaren, Nerven und drüsigen Organen durchbohrt, und die Blutgefäße gehen beinahe senkrecht durch sie hindurch, während die innerste, mit Gefäß- und Nervenverzweigungen versehene Schicht viel lockerer ist und nach Innen ohne bestimmte Grenze in das Unterhautzellgewebe übergeht. Diese, an verschiedenen Stellen

des Körpers verschieden dicke Lederhaut enthält auch, neben den Gefäßwärzchen, die Secretionsorgane, nehmlich Talgdrüsen, Haarbälge, Schweißdrüsen, Horngeweb- und Farbstoff-secernirende Organe.

Die Talgdrüsen, welche sich nach Bock an Stellen, wo sich Haare befinden, entweder in den Balg dieser Haare einmünden, und also mit diesen sich auf der Oberfläche öffnen, oder das Haar selbst in sich aufnehmen, an nicht behaarten Stellen aber eine eigene Oeffnung haben, liegen in der oberflächlichen Schicht der Lederhaut, während die Haarbälge und Schweißdrüsen viel tiefer liegen, sogar bis in die Fetthaut eindringen. Die Talgdrüsen, folliculi sebacei, sind entweder einfache, runde kleine, oder in mehrere Zellen getheilte traubenförmige Säckchen von verschiedener Größe, und, mit Ausnahme der Hohlhand und Fußsohle, über die ganze Haut verbreitet; an einzelnen Stellen aber, wie an den Nasenflügeln, dem Gehörgang, Lippen, Brustwarzen, Schaamlippen, der Eichel und in der Nähe des Eingangs von Höhlen besonders entwickelt. Auf ihren Wandungen bilden die Capillargefäße ein Netz, und hier wird die gelbliche Hautschmiere, sebum, abgesondert, welche zum Einsalben der Haut und Haare dient.

Die Schweißdrüsen reichen tiefer in die Lederhaut hinein, als die Talgdrüsen, sogar über die Lederhaut hinaus in das Fettgeweb. Sie beginnen mit einer, von vielen Capillargefäßen umsponnenen Drüse, die nach Breschet nur die Form eines Sackes hat, während sie nach Gurlt aus einem vielfach gewundenen Schlauche besteht, von dessen oberem Ende der spiralförmig gewundene Schweißkanal ausgeht, welcher, mehrere spiralförmige Windungen beschreibend, durch die Lederhaut und Oberhaut dringt und sich in einem jener Grübchen auf der Oberhaut öffnet. Vermöge dieser spiralförmigen Beschaffenheit können sich nach Bock diese Kanäle nach Außen nur mit einer sehr schiefen Mündung öffnen und durch Aneinanderlegen der obern und untern Wand leicht schließen, aus welchem Grunde die Haut immer wie undurchbohrt erscheint, und erst beim Hervortreten des ersten Schweißtröpfchens erhebt sich die obere Wand des Kanälchens klappenförmig. Diese schweißabsondernden Organe erstrecken sich zwar über die ganze Haut, doch kommen sie nicht überall in gleicher Anzahl vor, da Eichhorn auf einer Quadratlinie der Haut der Hohlhand 25, des Hand-

rückens 75 und auf demselben Raum in andern Gegenden durchschnittlich 50 fand; eben so sehr verschieden sind sie in Beziehung der Zahl und Richtung ihrer Windungen, indem sie nach Bock an dichten Hautstellen ungleich mehr Windungen haben, als an dünnen, so am Tarsus 20—25, in der Hohlhand 6—10, an sehr dünnen Hautstellen dagegen oft nur eine halbe.

Die Haarbälge der Haut werden bei den Haaren näher beschrieben werden; hier nur noch die Schlußbemerkung, daß nach Breschet ein eigener Apparat im Corium vorkommt, welcher aus kleinen, röthlichen, mit vielen Capillargefäßen versehenen Drüsen besteht, die an ihrer Spitze einen zur Oberhaut laufenden Ausführungskanal haben und den Hornstoff zur Bildung des rete Malpighii und der Epidermis absondern. Auch will derselbe in der Lederhaut noch andere drüsenartige, mit vielen Capillargefäßen und einem Ausführungsgange versehenen Organe zur Secretion des Farbstoffs der Haut beobachtet haben.

Unter denjenigen Ausscheidungen, durch welche das Blut von den, ihm nicht wesentlich angehörigen, Stoffen vorzugsweise gereinigt wird, steht die Harnabsonderung oben an. Die Organe, durch welche diese Ausscheidung zu Stande kommt, sind die Nieren, die den Harn zunächst absondern, welcher dann durch die Harnleiter in die Harnblase gelangt und von dieser aus entleert wird.

Die Hauptbestandtheile des Harns sind vorzugsweise Rückbildungsstoffe, zu denen zunächst der Harnstoff, die Harnsäure, Hippursäure, Kreatin und Kreatinin gehören, dann die Pigmente des Harns und die Extractivstoffe. Wie überhaupt die Nieren die Hauptreinigungsorgane des Blutes sind, so befreien sie dasselbe nicht nur von den sogenannten Rückbildungsstoffen, sondern auch von denjenigen Bestandtheilen, welche sich im Blute mehr anhäufen, als zur Erhaltung dessen normaler Constitution nothwendig ist, wie z. B. vom Wasser. Wie wir nehmlich früher schon gesehen haben, wird die Wassermenge des Blutes durch reichlichen Wassergenuß deswegen nicht, oder kaum merklich vermehrt, weil dasselbe sogleich wieder durch die Nieren ausgeschieden wird, so, daß also reichliches Wassertrinken den Wassergehalt des Harns vermehren muß. Wie das im Blute überschüssige Wasser, so werden auch die darin befindlichen überschüssigen anorganischen Bestandtheile vorzugsweise durch den Urin entfernt, wobei Funke

auf den für die Harnsecretion höchst wichtigen Umstand aufmerksam macht, daß ohne diesen Durchtritt einer gewissen Menge von Salzen durch die Haut der Capillargefäße und die Wandungen der Harnkanälchen die Harnsecretion wahrscheinlich gar nicht möglich wäre, weil die reinen Lösungen von Harnstoff und Harnsäure ohne Salze die Capillargefäße gar nicht verlassen. Auf jeden Fall erfolgt der endosmotische Uebertritt für lösliche Salze leichter, und da Harnstoff und dgl. neben den Salzen im Serum gelöst sind, so wird durch diesen Uebertritt der Salze auch der Uebergang der genannten organischen Rückbildungsstoffe erleichtert.

Was die Wirkung der sogenannten Diuretica betrifft, so beruht dieselbe wohl darauf, daß gewisse Stoffe, um vom Blute aus in den Harn überzugehen, eine größere Menge von Wasser nöthig haben, als zu ihrer einfachen Lösung erforderlich ist.

Der normale menschliche Urin hat eine klare Bernsteinfarbe, einen eigenthümlichen Geruch und einen etwas bitter-salzigen Geschmack. An der Luft bleibt er einige Zeit klar, und erst nach dem Erkalten erscheint in ihm ein leichtes, sich allmählig zu Boden setzendes Wölkchen. Dieses Wölkchen besteht nach Funke aus einzelnen Zellen des Pflaster-Epitheliums der Blase und der Harnleiter, welche noch mit Schleimkörperchen dieser Theile vermischt sind. Im Harn von Kranken, bei starker Concentration aber auch im normalen Urin, beobachtet man crystallinische Harnsedimente. Jeder stark concentrirte normale Harn bildet beim Erkalten einen gelblichrothen oder ziegelfarbigen Niederschlag, welcher sich beim Erhitzen auflöst. Dieser Bodensatz besteht hauptsächlich aus harnsaurem Natron, dessen Entstehung nach Funke gerade nicht auf einem so starken Gehalt des Harns an diesem Salze beruht, daß es sich bei der gewöhnlichen Temperatur nicht gelöst erhalten könnte, sondern auf einer beginnenden Zersetzung des Harnfarbstoffs, welcher nach Lehmann im unzersetzten Zustande die Ausscheidung dieses Salzes hindert.

Nach Scherer geht der sich selbst überlassene Harn zunächst in saure Gährung über, so, daß nach einiger Zeit die saure Reaction jedes normalen Harns allmählig zunimmt, indem sich, vielleicht gerade in Folge der Zersetzung jenes Farbstoffs, eine freie Säure, Essigsäure oder Milchsäure bildet, wie man nach Funke auch wirklich eine Menge Gährungspilzchen unter dem Mikroskope

beobachtet, sowie jene, durch diese freien Säuren ausgeschiedene Harnsäure in ihren verschiedenen, gelblichröthlichen, oft so schönen Crystallformen. Als gelber, körniger Bodensatz bildet sich durch diese Gährung oft noch ein Sediment von freier Harnsäure, welche aber zur sauren Reaction des Harns nichts beiträgt, da bekanntlich die freie Harnsäure keine Reaction auf Pflanzenfarben zeigt. In sehr schönen, farblosen, briefcouvertähnlichen Crystallen scheidet sich im sauren Harn außer der Harnsäure oft auch noch oxalsaurer Kalk aus, dessen Erscheinen bei der sauren Gährung aber nach Lehmann durch eine Zersetzung in Folge der Gährung bedingt wird, da ja bekanntlich die Oxalsäure eine Mittelstufe zwischen Harnsäure und Harnstoff bildet. Im frischen normalen Harn kommt sie nur in geringer Menge vor, wo sie dann natürlich aus dem Blute stammt, in welch' letzterem sie theils durch Zerlegung der Harnsäure gebildet wird, theils durch unvollkommene Oxydation von organischen Säuren entsteht, theils auch durch die Nahrung zugeführt wird.

Nach der sauren Gährung tritt im Harn jedesmal auch eine alkalische Gährung ein; unter bedeutender Abnahme der sauren Reaction trübt sich nehmlich der Harn stark, entwickelt einen stinkenden Geruch, während auf seiner Oberfläche ein weißliches Häutchen erscheint; das gelb oder braun gefärbte Sediment von Harnsäure oder harnsaurem Natron verwandelt sich in einen dicken, weißen Niederschlag, welcher nach Funke unter dem Mikroskope folgende Bestandtheile zeigt. Statt des feinkörnigen harnsauren Natrons erscheinen runde dunkle Kugeln von harnsaurem Ammoniak, und statt der schönen, röthlichen Harnsäure-Crystalle treten große Mengen farbloser, glänzender Crystalle von phosphorsaurer Ammoniak-Talkerde in den verschiedensten Formen und Größen auf. Neben diesen beobachtet man auch ganze Fetzen der aus feinen Körnchen von phosphorsauren Erden zusammengesetzten Häute und endlich die vegetabilischen Elemente des Schimmels und zahlreiche Converfenbildung in Form von geschlängelten, gebogenen Schläuchen.

Obwohl diese alkalische Gährung der sauren jedesmal regelmäßig folgt, so tritt sie zuweilen auch unmittelbar nach der Entleerung des Harns, in einzelnen Fällen sogar schon in der Blase durch zersetzenden Harmschleim ein, da nehmlich der frische Harn kein Ammoniak enthält, sondern dasselbe sich erst aus der Zersetzung

des Harnstoffs bildet und sich, einmal gebildet, theils mit der Harnsäure, theils mit der phosphorsauren Talkerde verbindet.

Die Nieren, renes, sind zwei, in der regio lumbalis, an jeder Seite des 1—3ten Lendenwirbels liegende tubulose Drüsen von etwas derber Substanz, wovon jede von einem sehr fettreichen Zellgeweb, capsula adiposa, eingehüllt und durch dasselbe an die benachbarten Theile angeheftet wird. Die Niere hat die Gestalt einer Bohne und ihre vordere Fläche ist mehr gewölbt, als ihre hintere, ihr äußerer Rand ist convex, ihr innerer, dem m. psoas zugekehrter Rand dagegen concav und mit einem Einschnitte, hilus renalis, versehen, in welchem die Gefäße und Nerven hinein= und die Ausführungsgänge heraustreten. Nieren.

Die 4—6 Unzen wiegende Niere ist gewöhnlich 4—4½″ lang, 1¼—1¾″ dick und 2—3″ breit und besteht eigentlich aus 12—14 einzelnen, pyramidenförmigen Stücken, renculis, deren Grenzen übrigens nur beim Embryo, beim Erwachsenen dagegen kaum mehr sichtbar sind. Unter der capsula adiposa überzieht die Niere eine dünne, aber feste, weißlich glänzende fibröse Haut, tunica propria renis, und ihr sehr festes Parenchym besteht aus Gefäßen, Nerven und Secretionskanälchen, tubulis uriniferis, welche durch Zellgeweb mit einander verbunden sind, und bildet eine äußere, oder Rindensubstanz, substantia corticalis, und eine innere, oder Röhrensubstanz, substantia medullaris.

Die Rindensubstanz ist viel gefäßreicher und darum auch röther, als die Röhrensubstanz, einige Linien dick und liegt nicht nur am äußern Umfang der Niere, sondern umgibt auch die pyramidalischen Bündel der Röhrensubstanz bis zur Spitze hin. In dieser Substanz fangen die tubuli uriniferi, die Harnkanälchen, an, und nehmen, so lange sie in dieser Substanz verlaufen, einen sehr geschlängelten Verlauf. Gleichzeitig bemerkt man auch in dieser Substanz sehr zahlreiche runde oder ovale Körperchen, glomeruli Malpighii, welche zwischen den Harnkanälchen im Zellgeweb liegen und ganz aus Windungen von arteriösen Blutgefäßen zusammengesetzt sind. Sie bilden einen Hauptbestandtheil der Rindensubstanz und liegen in kleinen Streifen zwischen den Ferreinischen Pyramiden. Jedes dieser, von einer bläschenförmigen Aushöhlung des Zellgewebs umgebenes Körnchen hängt nach Krause, wie eine Beere an einem Stiel, an einem Aestchen eines der baumförmigen Arterchen,

welches sich im Glomerulus selbst in kleinere Gefäßchen theilt, die vielfache Schlingen bilden. Die von Einigen ausgesprochene Ansicht, daß aus diesen Körnchen die Harnkanälchen entspringen, haben Weber und Müller dadurch als falsch widerlegt, daß sie zeigten, daß sie mit den Harnkanälchen in gar keinem Zusammenhang stehen; sie können also nach der Ansicht dieser Forscher nicht die Quelle der Harnabsonderung bilden.

Wie wir übrigens gleich unten sehen werden, beruht diese Ansicht von Krause, Weber und Müller über diese Glomeruli auf einem Irrthum, da sie nicht nur mit den Harnkanälchen in Verbindung stehen, sondern namentlich auch in wesentlicher Beziehung zur Harnabsonderung selbst.

Die Röhrensubstanz ist weniger gefäßreich und daher auch blasser als die Rindensubstanz, liegt in der Mitte eines jeden, oben bezeichneten Nierenstücks (renculus) und bildet ein pyramidenförmiges Bündel, pyramides Malpighii, von gerade laufenden Harnkanälchen, dessen Spitze sich nach dem hilus renalis hin erstreckt und als ein kurzes, abgestumpftes, mit der Schleimhaut des Ausführungsganges ausgekleidetes Wärzchen, papilla renalis, welches viele kleine Oeffnungen hat, in die Höhle eines Nierenkelches hineinragt. Diese Pyramides Malpighii bestehen wieder aus Bündeln, pyramides Ferreinii, die aus vielen, gerade laufenden, dicht beisammen stehenden Harnkanälchen zusammengesetzt sind und nur außerhalb der Pyramide, nicht aber innerhalb derselben, von der Corticalsubstanz umgeben sind, in welchen Bündeln sich dann die Harnkanälchen auf ihrem Wege zur Papille paarweise in Form einer Gabel vereinigen. Die aus der Rindensubstanz kommenden Blutgefäße verlaufen in dieser Substanz zwischen den Harnkanälchen gerade gegen die Papille hin, werden immer feiner und bilden endlich um die Harnkanälchen ein langmaschiges Capillargefäßnetz.

Die Harnkanälchen, tubuli uriniferi, fangen also in der Rindensubstanz, und zwar, wie wir unten sehen werden, in den Glomerulis an, laufen in dieser Substanz sehr geschlängelt, treten dann in die pyramides Ferreinii als Bündel von $1/3 - 1/6'''$ Dicke ein, welche dann, sich dicht an einander drängend, die pyramides Malpighii bilden, in welchen ihre Zahl dadurch kleiner wird, daß sie sich gabelförmig verbinden. In der Rindensubstanz beträgt

ihr Durchmesser nach Krause $1/_{40} - 1/_{50}'''$, in den Pyramiden $1/_{70} - 1/_{60}'''$ und an der Papille $1/_{36} - 1/_{32}'''$ Durchmesser.

Jede, mit feinen Oeffnungen versehene stumpfe Spitze einer Malpighischen Pyramide heißt, wie wir gesehen, Nierenwärzchen, papilla renalis, und wird von einem kurzen, becherförmigen Schlauche, Nierenkelch, calyx renalis, umfaßt, doch so, daß ein Nierenkelch oft zwei solcher mit einander verschmolzenen Wärzchen umgibt. Von diesem Kelch wird nun zunächst der aus den feinen Oeffnungen der frei in ihn hineinragenden Papille in kleinen Tröpfchen hervorbringende Harn aufgefangen, und diese vereinigen sich zu zwei bis drei weitern Schläuchen, welche wieder zusammenstoßen, und das Nierenbecken, pelvis renalis, bilden, aus welchem dann der Harn durch die Harnleiter, ureteren, in die Harnblase gebracht und von da nach Außen geschafft wird.

Die Art und Weise, wie der in die Harnkanälchen abgesonderte Harn in diesen Röhrchen weiter kommt, besteht einfach darin, daß der zuerst abgesonderte von dem nachfolgenden fortgeschoben wird, bis er so durch die Nierenwärzchen in die Nierenkelche gelangt, von wo er selbst bei Anhäufung des Urins in den Nierenkelchen aus dem Grunde nicht mehr in die Harnkanälchen zurücktreten kann, weil die Mündungen dieser Harnröhrchen sich auf einem Wärzchen befinden und dieses Wärzchen bei jeder Anfüllung des Kelchs durch den Harn zusammengedrückt und so die Mündung eines jeden Röhrchens verschlossen wird, sowie der Umstand, daß die Ureteren die Wand der Harnblase schief durchbohren, auch das Zurückgehen des Harns bei gänzlich gefüllter Blase in die Ureteren verhindert. Da die Harnleiter musculöse, vom Becken nach der Blase zu gerichtete Wandungen haben, welche eine peristaltische Bewegung hervorzubringen im Stande sind, so wird der Harn durch diese Bewegung selbst dann noch vorwärts getrieben, wenn bei strotzend angefüllter Blase der einfache Druck des nachrückenden Harns hiezu nicht mehr ausreicht.

Die feinsten Harnkanälchen sind also, wie wir gesehen, von blutführenden Haargefäßen dicht umlagert, so, daß die an einander liegenden Wände der Haargefäße und der Harnkanälchen zusammen nur eine dünne, thierische Haut bilden, durch welche ein beständiger Austausch stattfindet, und so gelangt der Harnstoff aus den Capillargefäßen der Nieren in die feinsten Harnkanälchen; weil aber

diese Harnkanälchen auch Salze durchlassen, so ist der Harnstoff auf diesem Wege stets von Kochsalz begleitet.

Ueber die Glomeruli Malpighii sagt Funke, daß die aus der Marksubstanz in die Rindensubstanz übertretenden Harnkanälchen hier ihren geraden Verlauf aufgeben und sich aufs Mannigfaltigste durcheinander schlängeln und winden, doch so, daß die zusammengehörigen Kanälchen eines der Randfascikel der Pyramiden auch in der Rindensubstanz eine Art Fascikel bilden, aus welchen die einzelnen Röhrchen von der Mitte aus sich allmählich seitwärts schlängeln, und jedes für sich mit einem kolbig erweiterten blinden Säckchen, einem Malpighischen Körperchen, Glomerulus, endigt, in welchem zu einem Knäuel verschlungene Arterienästchen liegen, weswegen auch diese Glomeruli Malpighii an den Grenzen dieser Fascikel den Harnkanälchen in der Rindensubstanz reihenweis liegen. Die zuerst von Bowmann als die Anfänge der Harnkanälchen erkannten Malpighischen Körperchen hat später Kölliker als solche bestätigt, indem Beide den Zusammenhang der Harnkanälchen mit diesen Arterienknäueln, ganz gegen die Ansicht von Weber und Müller, nachwiesen. Die äußere Membran eines solchen Körperchens setzt sich nehmlich ununterbrochen in die eigentliche Membran des Harnkanälchens fort, welches von dem Körperchen mit einem engen Halse ausgeht, und dasselbe Epithelium, welches die Harnkanälchen überzieht, kleidet auch diese Membran aus. Dieser Glomerulus füllt die freie Höhle des Körperchens ganz aus und das Epithelium der Kapsel überzieht ihn ringsum, da sogar an der Stelle sich über seine Oberfläche eine einfache Zellenschicht fortsetzt, wo er an das offene Lumen des Harnkanälchens anstößt, womit auch Funke, seinen Beobachtungen zufolge, übereinstimmt, obwohl Bidder meint, daß der Glomerulus nur in einer Einstülpung des Säckchens liege, wie das Herz im Herzbeutel, aber nicht innerhalb der Höhle des Körperchens.

Ueber die Entstehung eines solchen Glomerulus sagt Funke nach Bowmann, daß die Arterien des Nierenparenchyms, welche zwischen den Pyramiden in die Höhe steigen, einzelne Aestchen zwischen die obengenannten Fascikel der Rindensubstanz schicken, von welchen dann nach allen Seiten hin feinere Aestchen entspringen und jedes für sich die Membran eines Malpighischen Körperchens durchbohrt und also als zuführendes Gefäß in dessen Höhle bringt,

sich dann in eine gewisse Anzahl primärer und secundärer Aestchen spaltet, die sich zu einem Knäuel verschlingen, allmählig aber wieder zu einem einfachen Stämmchen sich vereinigen, welches dann als ausführendes Gefäß meist dicht neben dem einführenden die Kapsel durchbohrt und so das Malpighische Körperchen verläßt, gleich darauf aber sich wieder verzweigt und das wahre Haargefäßnetz der Nieren bildet, aus welchem die Venen entspringen. Diesem nach würden sich also in den Nieren zwei Capillargefäßnetze gleich hinter einander bilden, indem zuerst eine Arterie einen Büschel von capillaren Aestchen bildet, die sich dann wieder zu einer Arterie vereinigen, um das eigentliche Capillargefäßnetz der Nieren zu bilden, aus welchen dann die Venen entstehen.

Jedes Harnkanälchen besteht aus einer äußern strukturlosen Haut, welche innerlich mit einer einfachen Lage von an einander abgeplatteten Zellen überzogen ist, und jede Zelle enthält einen rundlichen Kern und einen feinkörnigen Inhalt, welchem zuweilen einige Fetttröpfchen beigemengt sind.

Der so eben beschriebene Bau der Malpighischen Körper mit ihren Glomerulis und die Bildung zweier Capillargefäßnetze gleich hintereinander, wie man sie sonst nirgends im Körper findet, muß nothwendigerweise mit der Harnsecretion in nächster Verbindung stehen, und Ludwig suchte zuerst diesen Zusammenhang zu erläutern. Daß bei der Bildung eines solchen Glomerulus durch vielfache Verästlung eines einzigen Arterienzweiges eine bedeutende Erweiterung des Flußbettes entsteht, weil die Summe der Durchmesser der Aeste viel größer ist, als der des zuführenden Stammes, ist Thatsache, und durch diese Erweiterung des Flußbettes ist nun auch eine entsprechende Verlangsamung des Blutstroms bedingt, während auf der andern Seite bei dem Zusammenfluß der vielen Aestchen zu einem einzigen, sehr engen Ausführungsgefäß das Gegentheil, nehmlich Beschleunigung des Blutstroms eintreten muß. Durch die mannigfachen Windungen der verästelnden Arterien im Glomerulus auf der einen, sowie durch die Enge der Abflußöffnung aus dem Glomerulus auf der andern Seite muß nun nothwendig eine momentane Ansammlung des Blutes im Glomerulus und dadurch auch vermehrter Seitendruck herbeigeführt werden, wodurch nach Ludwig ein Theil der Blutflüssigkeit durch die permeablen Wände gepreßt wird, durch die den Glomerulus umkleidenden

Zellen in die Harnkanälchen gelangt und hier dann weiter fließt. Dieses nun zuerst wässerige Secretionsprodukt tritt im weitern Verlaufe der Harnkanälchen mit dem in den diese umspinnenden Capillargefäßen enthaltenen Blute in endosmotischen Verkehr, was um so leichter vor sich geht, als dieses Blut durch theilweise Abgabe seines Wassers in den Glomerulis mehr concentrirt, der Inhalt der Harnkanälchen dagegen sehr wässerig ist.

Zur Begründung dieser von Ludwig aufgestellten Theorie war zunächst nothwendig, den Beweis zu liefern, daß der Blutdruck auf die Harnabsonderung von wesentlichem Einfluß sei und daß namentlich durch den erhöhten Seitendruck in den Glomerulis zunächst ein Theil der Flüssigkeit des Blutes in die Anfänge der Harnkanälchen gepreßt werde. Die wesentliche Beziehung des Blutdruckes auf die Harnabsonderung hat auch wirklich Fr. Goll unter Ludwig's Leitung durch Versuche dargethan und in einer in Zürich erschienenen Inaug. Dissertation über den Einfluß des Blutdruckes auf die Harnabsonderung veröffentlicht. Er legte dabei die Annahme zu Grunde, daß wenn der Blutdruck wirklich von wesentlichem Einfluß auf die Harnabsonderung sei, so müßte nothwendigerweise eine Aenderung dieses Druckes auch eine Aenderung der Harnausscheidung in quantitativer Beziehung zur Folge haben. Zur Verminderung des Blutdruckes wählte er theils die Durchschneidung der nervi vagi, weil Verminderung der Herzthätigkeit auch den Blutdruck im arteriellen System herabsetzt, theils wirkliche Entziehung von Blut. Die Vermehrung dieses Druckes suchte er theils durch Erregung der nervi vagi, theils durch Unterbindung größerer Arterien zur Beschränkung der Blutbahn, theils durch Wiedereinspritzung des entzogenen, und seines Fibrins befreiten Blutes zu erreichen. Die Resultate dieser Versuche bewiesen, daß im Allgemeinen mit der Erhöhung des Blutdruckes die Harnsecretion zu- und mit der Herabsetzung desselben abnahm. Allein, wie Funke richtig bemerkt, konnte durch die oben angeführten Mittel zur Erhöhung und Herabsetzung des Blutdruckes möglicherweise auch eine Aenderung von andern Verhältnissen herbeigeführt werden, welche nicht ohne Einfluß auf die Harnsecretion sind, und zudem war bei diesen Versuchen auch bei ganz gleichmäßig getroffenen Aenderungen des Blutdruckes die Harnmenge beider Nieren nie gleich, ein Beweis, daß neben dem Blutdruck in den Nieren noch

andere Momente auf die Harnabsonderung einwirken müssen, und der Blutdruck im arteriellen Systeme also nur einen theilweisen Einfluß auf die Harnabsonderung hat, und zwar um so mehr, als, wie verschiedene Versuche zeigten, der Einfluß des Nervensystems auf die Harnabsonderung, wie überhaupt auf alle Secretionen, kein gering anzuschlagender ist. Mit Recht bemerkt hiezu noch Funke, daß die die Harnkanälchen auskleidenden und auch die Glomeruli überziehenden Epithelialzellen in keinem Fall hier außer Acht zu lassen seien, da sie sich möglicherweise wesentlich an der Harnabsonderung betheiligen, und vielleicht die Ursache sind, warum gewisse Elemente aus dem Blute in den Nieren angezogen, andere zurückgestoßen werden, oder indem sie auf die in den Glomerulis aus dem Blute abgesonderten Elemente ändernd einwirken, da diese nach dem oben Gesagten auf jeden Fall durch sie hindurch müssen; ebenso muß auch der Verkehr in den Harnröhrchen zwischen ihrem Inhalte und dem Blute nothwendig durch diese Zellen gehen, da sie die innere Auskleidung der Harnkanälchen bilden, und diese Zellen zuerst mit dem Harn und dann erst das Blut mit dem Zelleninhalt verkehrt. Auch auf pathologische Erscheinungen macht Funke in dieser Beziehung aufmerksam, da, wenn diese Zellen mit Fett angefüllt sind, Eiweiß im Harn erscheint, die Harnsecretion überhaupt qualitativ und quantitativ verändert wird und mit dem Erscheinen von Eiweiß im Urin auch diese Epithelialzellen losgestoßen werden.

Auf eine nicht uninteressante Weise hat in der neuesten Zeit Brücke auf den Zusammenhang zwischen Albuminerie und Urämie hingewiesen. Nach ihm erfolgt nehmlich die gehörige Ausscheidung von Harnstoff und Salzen in den Nieren dadurch, daß der zuerst abgesonderte Harn, welcher vielleicht die genannten Bestandtheile, besonders Harnstoff und Harnsäure, in nicht größern Portionen enthält, als das Blut selbst, beim Fortrücken in den mit Capillargefäßen umsponnenen Harnkanälchen einem Diffusionsprozeß mit dem Blute unterworfen wird, von dem er nur durch eine dünne Scheidewand getrennt ist, welche zwar Harnstoff und Salze, aber kein Albumin, kein Fibrin und keine Blutkörperchen durchläßt.

Denke man sich, sagt er, daß zwei Lösungen verschiedener Körper mit gleichen Menstruis durch eine Scheidewand von einander getrennt sind, die einige der gelösten Körper durchläßt,

andere dagegen nicht, und denke man sich ferner, daß alle die Letztern auf einer Seite der Scheidewand sich befinden, so werden sich die Erstern auf der andern Seite so lange anhäufen, bis das Gleichgewicht der Concentrationszustände hergestellt ist, und dieses ist auch bei der Harnsecretion in den Nieren der Fall.

Den Grund dafür, daß der zuerst abgesonderte Harn ein sehr verdünnter ist, sucht Brücke ebenfalls in dem starken Drucke, den das Blut in den Glomerulis Malpighii auf die Wandungen der Arterien ausübt.

Bekanntlich geht nun das gelöste Albumin ohne besondere Veranlassung als solches nicht durch thierische Membranen hindurch, und im normalen Zustande ist die Struktur der membrana propria der Harnkanälchen von der Art, daß unter dem gewöhnlichen Blutdrucke nur soviel albuminöse Substanz hindurchgeht, als zur Ernährung des Epitheliums verbraucht wird, was in noch höherm Grade auch vom Fibrin gilt.

Wenn nun durch irgend eine Veranlassung die Wandungen der Harnkanälchen dem Eiweiß den Durchtritt gestatten, so wird der in dieselben abgesonderte Urin mehr concentrirt, wodurch natürlich auch der Diffusionsprozeß in den Harnkanälchen mehr oder weniger gestört wird und aus diesem Grunde dann die eigenthümlichen Bestandtheile des Harns, Harnstoff und Salze nicht mehr in normaler Quantität im Urin erscheinen. Gleichzeitig mit der Abnahme des Harnstoffs und der Salze ändert sich auch die Reaction des Harns; er reagirt weniger sauer als sonst, weil die alkalischen Albuminate im Blute nicht mehr zurückgehalten werden.

Durch dieses Austreten von Albumin in die Harnkanälchen wird nun nicht nur der Diffusionsprozeß gestört, sondern auch, ähnlich wie bei Diabetes durch Zucker, die Menge des Harns vermehrt; doch kann diese Vermehrung nie eine bedeutende sein, da auch, wie ich weiter unten zeigen werde, bei Diabetes die Harnmenge die des genossenen Getränkes selten übertrifft, und die absolute Vermehrung des Harns bei diesem Leiden in der Regel auf einer Täuschung beruht.

Das gleichzeitig mit dem Albumin ausgetretene Fibrin gerinnt nun schon in den Harnkanälchen, verstopft dieselben und macht sie dadurch für die Harnsecretion untauglich, was übrigens auch partielle Stasen von größerm oder geringerm Umfange bewirken,

so daß mit der Zeit ganze Parthien des Nierengewebes unbrauchbar werden.

Die so unumgänglich nothwendige Befreiung des Blutes von seinem Harnstoff ist im vollendeten Maaße eigentlich nur bei ganz normaler Beschaffenheit des Nierengewebes möglich, doch ist diese Ausscheidung, wenn auch etwas beschränkt, doch noch nicht aufgehoben, wenn nur ein Theil der Nieren noch von normaler Beschaffenheit ist, so, daß in ihm noch der Diffusionsprozeß in den Harnkanälchen gehörig von Statten gehen kann. Ist aber einmal die Eiweißausscheidung allgemein, und somit der Diffusionsprozeß überall gestört, so ist Anhäufung von Harnstoff im Blute die nothwendige Folge davon; deswegen ist es in solchen krankhaften Zuständen von hoher Wichtigkeit, nicht nur den Harnstoffgehalt des Urins nach Liebig's schöner und einfacher Titrirmethode täglich zu bestimmen, sondern auch die ganze Menge des in 24 Stunden gelassenen Harns genau zu messen, da der geringere Harnstoffgehalt durch die Menge des Harns oft vollständig compensirt wird. Weil nun diese Compensation in solchen Fällen das einzige Rettungsmittel, und der Erfolg der Diuretica sehr zweifelhaft ist, so hält Brücke reichliches Getränk in jeder dem Kranken zuträglichen Gestalt für das beste Mittel, um die Urämie abzuwenden oder doch zu verzögern.

Diese Ansicht ist in soferne auch physiologisch gerechtfertigt, als vermehrtes Wassertrinken nicht nur die Menge der Harnausscheidung überhaupt, sondern auch, wie wir unten sehen werden, die des Harnstoffs vermehrt.

Bekanntlich ist es nur das Eiweiß, wodurch das Serum an den übrigen Bestandtheilen gleichsam festgehalten wird, welcher Grund des Festhaltens aber wegfällt, sobald viel Eiweiß aus dem Blute in den Harn übergeht, und das Serum, im Blute nicht mehr zurückgehalten, tritt dann aus den Blutgefäßen in das Zellgeweb und die serösen Häute aus, wodurch auf der einen Seite die serösen Ergießungen in das Zellgeweb und die Höhlen des Körpers (also die sogenannte Wassersucht), auf der andern Seite die Urämie begünstigt wird, indem nehmlich durch Fortschreiten der Hydrämie auch die Energie des Diffusionsprezesses sinken muß.

Dauert dieser Eiweißverlust durch den Urin einmal längere Zeit und sind schon bedeutende seröse Exsudate vorhanden, so ist

dieser Zustand nach meiner eigenen, vielseitigen Erfahrung, selbst bei anscheinend ziemlichem Wohlbefinden, oft ein sehr bedenklicher, indem oft die geringste, aus irgend einer Ursache veranlaßte Congestion nach dem Gehirn den Austritt des in dem eiweißarmen Blute nicht mehr zurückgehaltenen Serums in die Höhle der Arachnoidea und die Subarachnoidalräume zur Folge hat, und so durch Hirndruck oft ein ganz unerwarteter Tod oder Lähmung eintritt.

Harn. Der Harn enthält die löslichen, die Fäces die unlöslichen Bestandtheile der Nahrung. Da der Schwefel und Phosphor der Eiweißkörper zu Schwefel- und Phosphorsäure verbrannt wird, welche das im Blute vorhandene kohlensaure Natron zersetzen und schwefel- und phosphorsaures Natron bilden, so enthält der Harn nach Lehmann bei Fleisch- und Brodnahrung phosphorsaure und schwefelsaure, bei rein vegetabilischer Nahrung kohlensaure Alkalien.

Der Harn des Menschen ist in der Regel sauer, wird nur bei rein vegetabilischer Kost alkalisch, und die alkalische Beschaffenheit des Harns bei Pflanzenkost rührt theils von den organischsauren Salzen der Nahrung, die als kohlensaure im Harn wieder erscheinen, theils von den Fettbildnern her, indem Lehmann einen starksauren Harn bei Genuß von Milchzucker, Amylon und Fett nach 18 Stunden alkalisch werden sah. Nach Liebig hat die saure Reaction des menschlichen Harns darin ihren Grund, daß dessen phosphorsaure Alkalien eine gewisse Menge Harn- und Hippursäure gelöst erhalten bei der Temperatur des menschlichen Körpers, die sich dann beim Erkalten entweder als freie Säuren ausscheiden, oder mit Basen sich zu Salzen verbinden. Bei Fleischkost reagirt der Harn theils aus dem ebengenannten Grunde, theils auch deswegen entschieden sauer, weil er auch freie Phosphorsäure enthält, deren Absonderung durch den Harn, wie wir gesehen, zur Erhaltung der alkalischen Blutbeschaffenheit der Carnivoren so nothwendig ist. Der Harn der Herbivoren, welcher freie Kohlensäure enthält, reagirt nur vorübergehend sauer, dann bleibend alkalisch.

Das spezifische Gewicht des Harns beträgt nach Becquerel im Mittel beim Manne 1,0189, beim Weibe 1,0151.

Die Menge des in 24 Stunden von einem Erwachsenen secernirten Harns ist bedeutenden Schwankungen unterworfen, indem hierauf die genossenen Speisen und Getränke, die Thätigkeit der

Haut und der Lungen, Alter, Geschlecht und dgl. einen großen Einfluß haben, so, daß nach Valentin die Harnmenge in 24 Stunden beim Erwachsenen zwischen $1\frac{1}{2} - 4\frac{1}{2}$ Pfund schwankt; da der bei Weitem größte Theil des Harns Wasser ist, so muß natürlich die Harnabsonderung durch vermehrte Flüssigkeitsaufnahme von Außen sich vermehren, ebenso ist dieselbe um so größer, je weniger Wasser durch die Haut und Lungen ausgeschieden wird, so, daß Haut, Lungen und Nieren in einem gewissen Gegensatz stehen.

Die Farbe des Harns rührt nach Valentin von einem, noch nicht gehörig bekannten Farbestoff, dem sogenannten Harnbraun, her, welches bei seiner großen Verdünnung mit Wasser dem Urin eine gelbe Farbe ertheilt.

Nach Heller und Virchow enthält der Harn auch ein blaues Pigment (Uroglaucin), welches sich crystallinisch aus dem Harn darstellen läßt.

Die Hauptbestandtheile des Harns sind Harnstoff und Harnsäure, welch' Letztere im Harn der Herbivoren durch Hippursäure ersetzt ist.

Der Harnstoff ($C^2 N^2 H^4 O^2$), die stickstoffreichste Verbindung, die man im thierischen Organismus kennt, da er nach Valentin 46,73% Stickstoff enthält, bildet farblose, in Wasser und Alkohol lösliche Crystalle. Bekanntlich beschäftigte in den letzten beiden Decennien die Physiologen ein wichtiger Streit über den Ursprung des Harnstoffs, und Johannes Müller war es, welcher zuerst, schon im Jahre 1835, die Behauptung aufstellte, daß es von Wichtigkeit wäre, zu wissen, ob der Harnstoff nur aus zersetzten, schon vorher gebildeten Thierstoffen entstehe, und also auch bei hungernden Thieren sich bilde, oder ob er sich aus den Nahrungsstoffen, als unbrauchbares Produkt des Verdauungsprozesses, erzeuge; damals aber schon neigte sich Müller, den Beobachtungen Lassaignes zufolge, welcher die Ausscheidung dieses Stoffes bei einem, 18 Tage hungernden Verrückten beobachtete, zu der richtigen Ansicht, daß er nur das Umsetzungsprodukt der Gewebe sei. Im Jahre 1837 bewies Marschand, dann Berzelius, und 1842 endlich Liebig, daß der Harnstoff nur das Produkt der Umsetzung der stickstoffhaltigen Gewebe sei. Dagegen trat nun zuerst Lehmann mit der Ansicht auf, daß bei reichlicher Fleischkost das überschüssige Protein im Blute nicht erst in die Substanz der Gewebe übergehe,

sondern daß dasselbe schon im Blute in Harnstoff übergeführt werde und die Natur sich auf diese Weise des Ueberschusses plastischer Materien entledige. Dieselbe Ansicht, daß ein großer Theil der genossenen Nahrungsmittel schon innerhalb der Blutgefäße umgewandelt werde, ohne zu Geweben zu werden, und als Harnsäure, Harnstoff, Kohlensäure und Ammoniak ausgeschieden werde, sprach 1847 auch Kramer in Halle aus. Wie wir früher gesehen, hat auch Frerich, ausgehend von der Thatsache, daß durch animalische Kost die Menge des Harnstoffs auffallend vermehrt wird, der Ansicht gehuldigt, daß seine Bildung schon im Blute durch Oxydation der Eiweißkörper desselben erfolge, sowie auch Schmidt glaubt, daß das im Uebermaaß genossene Fleisch unmittelbar nach seinem Uebergang ins Blut durch Oxydation in Harnstoff, Kohlensäure und Wasser zerfalle, woraus Frerich schließt, daß also unter Umständen auch die stickstoffhaltigen Bestandtheile der Nahrung direct als Respirationsmittel dienen, und demnach zwischen ihnen und den stickstofffreien Nahrungsmitteln in dieser Beziehung kein Unterschied sei.

Wie Liebig im Jahr 1842 in seiner Thier-Chemik aufs Entschiedenste nachgewiesen, daß der Harnstoff einzig und allein seine Quelle in dem Umsatz der stickstoffhaltigen Gewebe des Körpers habe und haben könne, so hat dasselbe in der neuesten Zeit auch Bischof durch Versuche an Hunden nachgewiesen, bei welchen sich nehmlich das Resultat herausstellte, daß selbst während der Enthaltung von aller Nahrung das Thier fortwährend Harnstoff ausschied, welcher in diesem Falle doch nur das Produkt der Umsetzung seiner eigenen, stickstoffhaltigen Gewebe sein konnte; und wenn auch Frerich, Schmidt und Bischof bei vermehrter Fleischkost auch eine vermehrte Harnstoff-Ausscheidung beobachteten, so weißt diese Beobachtung nur auf einen größern Umsatz hin; da bei reichlicher stickstoffhaltiger Nahrung die Gewebebildung zunimmt, so muß auch die Rückbildung zunehmen, daher das vermehrte Auftreten von Harnstoff im Harn, dessen theilweise Bildung aber im Blute, nach der Ansicht von Frerich und Schmidt, wie wir zum Theil früher gesehen, chemisch und physiologisch unmöglich ist. Denn die directe Bildung von Harnstoff im Blute ist schon deswegen nicht möglich, weil das Eiweiß auf chemischem Wege nicht durch einen einfachen Oxydationsprozeß in Harnstoff umgewandelt

werden kann, sondern hiezu, wie wir bei der Bildung von Kreatin, Kreatinin, Inosinsäure und Harnsäure gesehen, verschiedene Mittelstufen erforderlich sind und der Harnstoff also nur als Endprodukt einer Reihe von Oxydationsprozessen der Eiweißkörper erscheint. Ein weiterer Grund der Unmöglichkeit der directen Umwandlung der Eiweißkörper im Blute in Harnstoff, worauf zunächst Liebig hinwies, ist der, weil, wenn dieß wirklich möglich wäre, die Ernährung selbst geradezu zur Unmöglichkeit würde, da bei der erwiesenen beständigen Gegenwart von Sauerstoff im Blute das Albumin sich daselbst gar nicht halten könnte, besonders in jenen Fällen, wo der Eiweißgehalt des Blutes gering, der des Sauerstoffs dagegen relativ groß ist. Nach allem diesem kann man also mit Bestimmtheit annehmen, daß die directe Umsetzung der Eiweißkörper im Blute in Harnstoff unmöglich, und die gesammte Quantität des ausgeschiedenen Harnstoffs also nur das Produkt der Umsetzung der stickstoffhaltigen Gewebe ist.

Als ein weiterer Beweis, daß bei vermehrter Fleischnahrung die größere Menge von Harnstoff nur von vermehrter Umsetzung und nicht von directer Umwandlung der Eiweißstoffe im Blute herstamme, dient die Beobachtung Bischofs an einem Hunde, bei welchem sich bei Fütterung mit steigender Quantität Fleisch auch die Menge des ausgeschiedenen Harnstoffs vermehrte, das Thier dabei aber fortwährend zugleich an Gewicht zunahm, während ein Kaninchen (Pflanzenfresser) bei Enthaltung von aller Nahrung fortwährend Harnstoff ausschied.

Nach Bischofs Versuchen wird der Umsatz der stickstoffhaltigen Gewebe durch Genuß von Fett unter allen Umständen beschränkt und also auch die Ausscheidung von Harnstoff im Allgemeinen vermindert, wobei übrigens nicht zu übersehen ist, daß schon Prout auf die Thatsache aufmerksam machte, daß durch reichlichen Fettgenuß der Harn trübe wird und Harnsäure-Crystalle absetzt. Wenn übrigens auch in einzelnen Fällen die Harnstoff-Ausscheidung vermehrt erscheint, so erfolgt dieß nur auf Kosten der Stickstoff-Ausscheidungen auf anderem Wege, welche durch Gegenwart von Fett wirklich vermindert werden. Auch bei überreicher stickstoffhaltiger Nahrung befördert das Fett die Anbildung und beschränkt den Umsatz der stickstoffhaltigen Gewebe.

Die Verminderung der Harnstoff-Ausscheidung bei stickstoff-

freier Nahrung beruht also nicht ausschließlich auf Beschränkung des Umsatzes, sondern auch darauf, daß eine solche Nahrung, und besonders Stärkemehl, die Ausscheidung durch Haut und Lungen befördert, womit zwar die Versuche von Frerich nicht übereinstimmen, da derselbe die Menge des Harnstoffs bei vollkommen stickstoff=freier Nahrung eben so groß fand, als während des Hungerns, und daraus schließt, daß die stickstofffreien Nahrungsmittel den Umsatz nicht beschränken und die Eiweißkörper vor der Einwirkung des Sauerstoffes also nicht schützen. Er stützt die Ansicht auf Beobachtungen an zwei Hunden, wovon der Eine nur sehr wenig Amylon und Oel fraß, nachdem er die ersten vier Tage gehungert; der Andere fraß zwar viel Zucker und Amylon, und sein Harn wurde am 5ten, 6ten und 7ten Tag dieser Diät untersucht; allein hier fehlt die Angabe, wie viel Harnstoff der Hund während des Hungerns ausschied, so, daß Bischof mit Recht die Resultate dieser beiden Beobachtungen nicht für entscheidend hält.

Nach den Versuchen von Boussingault und Bischof wird durch Kochsalzgenuß die Harnstoffmenge vermehrt, und zwar in Folge der Vermehrung des Umsatzes im thierischen Körper, weil das Thier bei diesen Versuchen täglich an Gewicht abnahm, obgleich es nebenbei täglich 1 Pfund Fleisch erhielt, eine Quantität, welche nach andern Versuchen vollkommen hinreicht, das Gewicht des Thieres gleich zu erhalten. Ebenso vermehrt nach demselben Forscher, sowie auch nach Lehmann und Becquerel, gesteigertes Wassertrinken die Ausscheidung von Harnstoff, da die genannten drei Forscher bei allen ihren Versuchen beobachteten, daß mit einer größern Menge von Harn im Ganzen und für eine längere Zeit von 24 Stunden auch immer eine größere Menge von Harnstoff, sowie fester Bestandtheile überhaupt entleert werde, während Winter und Schmidt das Gegentheil beobachteten, wobei übrigens zu bemerken ist, daß auf der einen Seite der Versuch von Schmidt an einer Katze zu vereinzelt dasteht; auf der andern Seite Winter eine solche vermehrte Ausscheidung nur in den nächsten 3—4 Stunden nicht beobachtete, was in soferne erklärlich ist, als diese Vermehrung in der kurzen Zeit von 3 — 4 Stunden nicht eintreten konnte, da Bischof bei seinen Versuchen die vermehrte Ausscheidung fester Stoffe, und besonders des Harnstoffs, nur in der längern Zeit von 24 Stunden, aber dann jedesmal beobachtete, so, daß

man also bestimmt annehmen kann, daß vermehrtes Wassertrinken nicht nur die Menge der Harnausscheidung überhaupt, sondern auch die des Harnstoffs darin vermehrt. Die über den Grund dieser Erscheinung von Bischof aufgestellten Ansichten können uns übrigens nur wenig befriedigen, und beweisen nur, daß es nicht so leicht ist, die Wirkung des Wassers in dieser Beziehung zu erklären. Die erste von Bischof in dieser Beziehung aufgestellte Ansicht ist die, daß das Wasser die Auflösung und Ausleerung des Harnstoffs befördert; die zweite, daß das Wasser, indem es die Entleerung des gebildeten Harnstoffs befördert, dem Harnstoff dadurch keine Zeit lasse zu weitern Umsetzungen im Blute und Harn; die dritte endlich, daß das Wasser die Harnstoffbildung dadurch befördere, daß es den Eintritt der Produkte des Stoffwechsels, aus welchen sich der Harnstoff im Blute bildet, in das Blut begünstigt, und bewirkt, daß in gleicher Zeit mehr Theile dieser Produkte mit dem Sauerstoff des Bluts in Berührung kommen. Diese letztere Ansicht ist noch am wahrscheinlichsten im Hinblick darauf, daß der Harnstoff wie in den Geweben, so auch im Blute durch Einwirkung von Sauerstoff auf Harnsäure entsteht, und also das Wasser die Harnstoff-Bildung in soferne begünstigt, als es die Harnsäurelösung verdünnt und durch diese Verdünnung die Einwirkung des Sauerstoffs befördert, wie auch wirklich bei denjenigen Thieren, welche, wie Vögel und dgl., wenig Wasser zu sich nehmen, die Harnsäure vorherrscht.

Bezüglich der Menge des in 24 Stunden ausgeschiedenen Harnstoffs kam nach Bischof bei einem 45 Jahre alten und 215 Pfund schweren Mann auf 1 Pfund Körpergewicht ohngefähr 7,73 Ccm. Harn und 0,203 Ccm. Harnstoff. Bei einer 43 Jahre alten und 179 Pfd. schweren Frau ohngefähr 5,60 Ccm. Harn und 0,15 Ccm. Harnstoff auf 1 Pfund Körpergewicht. Bei einem 18 Jahre alten und 131 Pfd. schweren Mädchen 5,47 Ccm. Harn und 0,152 Ccm. Harnstoff. Bei einem 16 Jahre alten und 96 Pfund schweren Knaben ohngefähr 7,65 Ccm. Harn und 0,204 Ccm. Harnstoff in 24 Stunden, und bei einem 3 Jahre alten, 32 Pfund schweren Knaben auf 1 Pfund Körpergewicht 7,22 Ccm. Harn und 0,133 Ccm. Harnstoff in 12 Stunden, wornach also beim männlichen Geschlecht mehr Harnstoff ausgeschieden wird, als beim weiblichen.

Die Ansicht, daß der Stickstoff der umgesetzten Körpertheile sämmtlich in Form von Harnstoff ausgeschieden werde, ergibt sich nach den Versuchen von Bischof als unrichtig, so, daß also die Menge des in einer bestimmten Zeit ausgeschiedenen Harnstoffs kein directes Maaß für den in derselben Zeit erfolgten Umsatz der stickstoffhaltigen Gewebe abgibt, weil der Stickstoff nicht einzig und allein in Form von Harnstoff durch die Nieren ausgeschieden wird, sondern auch in anderer Form und durch andere Organe, was Schmidt nicht zugibt, indem er behauptet, daß die Stickstoff-Ausscheidungen auf andern Wegen verschwindend klein seien, so, daß beinahe die ganze Menge des in der Nahrung enthaltenen Stickstoffs in Form von Harnstoff durch die Nieren ausgeschieden werde. Allein auf der einen Seite ist es erwiesen, daß auch durch Haut und Lungen Stickstoff ausgeschieden wird, und auf der andern Seite wissen wir, daß auch durch den Koth Stickstoff entleert wird, da nach Mayer der Stickstoffgehalt des Kothes bei Fleischnahrung gar nicht unbedeutend ist. Bischof machte in dieser Beziehung eine interessante Beobachtung bei einem Hunde, welcher, so lange er täglich $\frac{1}{2}$ Pfund Fleisch bekam, weniger Harnstoff entleerte, als beim Hungern; da aber nun der Umsatz bei der Fütterung mit $\frac{1}{2}$ Pfund Fleisch täglich doch größer war, als während des Hungerns, so muß ein großer Theil das vom Umsatz herrührenden Stickstoffs in anderer Form als in der von Harnstoff ausgeschieden worden sein, wobei allerdings die Möglichkeit noch nicht ausgeschlossen war, daß der vom Umsatz herrührende Stickstoff die Form von Harnstoff doch annahm, dieser Harnstoff aber vor seiner Entleerung durch die Nieren eine weitere Zersetzung erlitt. Mag übrigens in diesem Falle der vom Umsatz herrührende Stickstoff in anderer Form, als in der von Harnstoff ausgeschieden worden, ohne vorher in denselben übergeführt worden zu sein, oder mag er wirklich in diesen überführt, derselbe aber vor seiner Ausscheidung durch die Nieren weiter zersetzt worden sein, immerhin beweißt er, daß die ausgeschiedene Harnstoffmenge kein directes Maaß für den Stoffwechsel ist. Abgesehen aber hievon, kann die ausgeschiedene Harnstoffmenge schon deswegen nicht so bestimmt als Maaß des Stoffwechsels der stickstoffhaltigen Gewebe betrachtet werden, weil der Harn des Menschen und verschiedener Thiere außer Harnstoff auch noch Harnsäure enthält, und wenn auch der Gehalt von Harnsäure im Ver-

gleich zum Harnstoff im gesunden Urin gerade nicht bedeutend ist, indem nach Becquerel das Verhältniß der Harnsäure zum Harnstoff wie 1 : 31,48 ist, so ist die erstere ihres reichen Stickstoffgehalts wegen doch in Anschlag zu bringen.

Nach Liebig geht das Kochsalz mit dem Harnstoff eine crystallisirbare chemische Verbindung ein, welche in kochsalzhaltigen Harnsteinen vorhanden ist und selbst in der Glasfeuchtigkeit des Auges gefunden wird. Durch diese Verbindung verliert der Harnstoff Eigenschaften, die ihm als organische Verbindung zukommen, weswegen Liebig vermuthet, daß die Abwesenheit des Harnstoffs, sowie die des Kochsalzes im Muskelsysteme, und die Aufnahme und der Uebergang desselben ins Blut, sowie dessen Secretion durch die Nieren mit der Gegenwart von Kochsalz in Verbindung kommt. Ebenso geht das Kochsalz mit dem Traubenzucker, dem Produkte der Verdauung des Amylons, eine Verbindung ein, weswegen die Gegenwart von Kochsalz auf die Absonderung von Zucker durch die Nieren von großem Einfluß ist, wie auch der diabetische Harn diese Verbindung enthält. Auf diese Wichtigkeit der Salze bei der Harnsecretion wurde übrigens schon weiter oben hingewiesen.

Der zweite Hauptbestandtheil des menschlichen Harns ist die Harnsäure ($N^2\ C^5\ HO^2 + HO$), welche röthliche, im Wasser unlösliche Crystalle bildet und im Harn nicht als freie Säure vorkommt, sondern als Natronsalz. Der Stickstoffgehalt der Harnsäure ist, obwohl ebenfalls noch groß, doch geringer als der des Harnstoffs, indem er nach Valentin 34,60% beträgt. Wie schon oben bemerkt wurde, ist im gesunden Harn ihre Menge viel kleiner, als die des Harnstoffs, da nach Lehmann 1000 Theile Harn nur 1 Theil Harnsäure enthalten; ebenso entleert nach ihm ein gesunder Mann in 24 Stunden 22—36 Grm. Harnstoff und nur 1,18 Grm. Harnsäure, nach Becquerel sogar nur 0,557 Grm.

Schon Jones, und dann Liebig, haben gezeigt, daß der Harnstoff nur eine höhere Oxydationsstufe der Harnsäure ist. Außerhalb des thierischen Körpers wird die Harnsäure bei geringer Menge von Sauerstoff in Oxalsäure und Harnstoff, beim Einwirken aber von hinlänglicher Menge von Sauerstoff in Kohlensäure und Harnstoff überführt, und verschiedene Thatsachen sprechen dafür, daß auch die im Gewebe-Umsatz gebildete Harnsäure durch Einwirken

von Sauerstoff eine solche Umwandlung erleidet; denn diejenigen Thiere, welche, wie Insekten, Schlangen und dgl., wenig Sauerstoff einathmen, sondern hauptsächlich Harnsäure durch die Nieren ab, während der Mensch und die höhern Thiere, welche viel Sauerstoff einathmen, wie wir gesehen, nur wenig Harnsäure in ihrem Harn ausscheiden. Auch Lehmann und Simon sahen in Folge körperlicher Anstrengung die Ausscheidung von Harnstoff, schwefelsauren und phosphorsauren Salzen vermehrt, die Entleerung der Harnsäure dagegen vermindert, während sie in der Ruhe eine vermehrte Ausscheidung von harnsaurem Natron beobachteten. Es ist ferner erwiesen, daß die Bildung von Harnsteinen aus harnsauren Salzen vorzugsweise bei Menschen vorkommt, welche wenig Bewegung machen, also weniger Sauerstoff einathmen, und nebenbei viele alkoholische Getränke und stickstofffreie Nahrung genießen, wodurch es unmöglich wird, daß die gehörige Menge von Sauerstoff auf die Harnsäure einwirkt, um sie in Kohlensäure und Harnstoff überzuführen.

Auf dieselbe Weise, wie die harnsauren Steine, bilden sich nach Liebig auch die oxalsauren. Die Oxalsäure steht nehmlich bezüglich ihrer Oxydations-Stufe in der Mitte zwischen Harnsäure und Harnstoff; nur hat die Oxalsäure bekanntlich eine sehr große Verwandtschaft zum Kalk; kommt es also in Folge einer, nicht ganz hinreichender Menge von Sauerstoff bloß zur Oxalsäure-Bildung, so verbindet sich diese, wenn durch Wasser oder Nahrung Kalk im Ueberschuß zugeführt wird, mit dem Kalke zu einer unlöslichen Verbindung und setzt sich als oxalsauren Harnstein ab. Der Umstand, daß oft lösliche Oxalsäure im Harn getroffen wird, ist nur ein Beweis, daß nicht Kalk im Ueberschuß vorhanden war, in welchem Falle die Oxalsäure durch den Urin als solche abgeht, und es also nicht zur Bildung von oxalsauren Harnsteinen kommt.

Verschiedenen Untersuchungen zufolge, und besonders nach denen von Müller, kommt auch Milchsäure im Harn vor; nach Lehmann übrigens nur dann, wenn die Zufuhr von milchsauren Salzen zum Blute vermehrt ist; ebenso kommt nach Letzterm auch Buttersäure, aber selten, im Harn vor.

Der Harn des Menschen enthält ferner auch Kreatin und Kreatinin; wie wir nehmlich gesehen, zerfällt die Fleischfaser bei ihrer Umsetzung zuerst in Kreatin, Kreatinin und Inosinsäure,

welche Stoffe durch weitere Einwirkung von Sauerstoff endlich in Harnsäure und zuletzt in Harnstoff übergeführt werden; dieses Auftreten von Kreatin und Kreatinin im Harne ist nun daraus erklärbar, daß diese durch den Stoffwechsel gebildeten Stickstoffverbindungen durch mangelhafte Einwirkung von Sauerstoff nicht in ihre letzten Stufen, nehmlich in Harnsäure und Harnstoff, übergeführt werden konnten, und also in dieser Form durch die Nieren abgeschieden wurden.

Im Harn der Herbivoren ist die Harnsäure durch Hippursäure ersetzt, deren Formel nach Schloßberger $C^{18}\ H^{9}\ N^{1}\ O^{6}$ ist; sie ist also ausgezeichnet durch ihren Kohlenstoffgehalt und kommt nach Liebig auch im normalen Menschenharn vor*), sowie auch Petenkofer im Harn eines jungen, an Veitstanz leidenden Mädchens sehr viel Hippursäure fand. Da sie nach Schloßberger eine gepaarte Benzoësäure ist, deren Paarling das stickstoffhaltige Glykokoll ist, und durch längeres Kochen wirklich in Benzoësäure und Glykokoll zerfällt, so ist ihr ganz besonderes Auftreten im Menschenharn nach dem Genuß von Benzoësäure oder Zimmtsäure erklärlich.

Nach Städeler enthält der Harn auch Phenylsäure, Damalursäure und Damalsäure.

Von den Gasen enthält der Harn Kohlensäure und nach Lehmann auch etwas Stickstoff.

Da die Produkte des organischen Verbrennungsprozesses, Schwefelsäure, Harnsäure, Hippursäure, nach Liebig im thierischen Körper eine eben so starke Verwandtschaft zu den Alkalien haben, wie außerhalb des Körpers, so theilen diese Säuren mit den im Blute anwesenden phosphorsauren und kohlensauren Alkalien ihre Basis, wodurch eine gewisse Menge von Phosphorsäure und Kohlensäure frei wird, weswegen der Harn stets eine freie Säure oder ein saures Salz enthält, und das ursprünglich bei der Harnsecretion alkalisch reagirende phosphorsaure Alkali wird hiedurch neutral oder sauer. Enthält die Nahrung kohlensaure Alkalien, so verbinden sich diese mit der freien Kohlensäure des Bluts und treten als saure, kohlensaure Alkalien im Harn auf.

---

*) Doch nur bei vegetabilischer Kost, während sie bei Fleischkost im Menschenharn ganz fehlt.

Von den anorganischen Bestandtheilen herrscht im Harn das Kochsalz vor, außerdem enthält er noch phosphorsaure Alkalien und Erden, und schwefelsaure und kohlensaure Alkalien, sowie auch Chlorcalium; Eisen, Kieselerde und Fluorcalcium kommt nur in geringer Menge in ihm vor. Die Menge der anorganischen Bestandtheile im Harn unterliegt großen Schwankungen, welche vorzugsweise durch die Nahrung bedingt werden; doch beträgt sie nach Valentin mehr als den vierten Theil, beinahe die Hälfte des gesammten festen Rückstands; beim Erwachsenen 18,5 Grm. in 24 Stunden, und nach einem Mittel der Untersuchungen von Partner und Rose 14,61 Grm. in derselben Zeit.

Der Schwefel und Phosphor der Eiweißkörper wird, wie wir gesehen, zu Schwefelsäure und Phosphorsäure verbrennt, welche das kohlensaure Natron des Bluts zersetzen und als schwefelsaures und phosphorsaures Natron im Harn vorkommen, deswegen fand Lehmann von den schwefelsauren Salzen und phosphorsauren Erden bei Fleischnahrung 19,4 Grm. in 24 Stunden, bei gemischter Nahrung nur 16,3 Grm.

Weil eine, durch Phosphorsäure oder durch eine andere, nicht flüchtige Säure, saure Flüssigkeit im Stande ist, phosphorsauren Kalk und phosphorsaure Bittererde zu lösen, und eine durch Kohlensäure saure Flüssigkeit kohlensauren Kalk und kohlensaure Bittererde löst, so enthält nach Liebig der durch Phosphorsäure saure Harn stets phosphorsaure Erdsalze und der durch Kohlensäure saure Harn stets kohlensaure Salze in Auflösung.

Da sich nach Liebig bei der Einäscherung des Bluts eines gesunden Individuums und der gleichzeitigen Einäscherung des Harns und Auslaugung der Asche mit Wasser herausstellte, daß die in Wasser löslichen Salze des Bluts von denen des Harns weder ihrer Natur, noch ihrer relativen Menge nach verschieden sind, so sind wir im Stande, durch eine einfache chemische Operation von dem Harn rückwärts auf die Beschaffenheit und Zusammensetzung des Blutes zu schließen, was in verschiedenen Krankheiten von hoher Wichtigkeit ist.

Nach Lecanu entleeren Kinder in ihrem Harne weniger organische und anorganische Bestandtheile, als Erwachsene; Greise ebenfalls weniger, und der Harn der Kinder ist zudem besonders reich an Hippursäure und an schwefelsauren Salzen, dagegen arm

an phosphorsauren Salzen und besonders an phosphorsaurem Kalk. Der Harn der Frauen enthält weniger Harnstoff und Salze, als der der Männer, dagegen aber mehr Wasser.

Der Harn der Schwangern enthält nach Lehmann ein butterähnliches Fett, und nach Höfle eine Zunahme an kleesaurem Kalk, welcher übrigens auch, und zwar nicht selten, im gesunden Harn vorkommt, und nach Lehmann besonders durch Pflanzenkost vermehrt wird. Gegen das Ende der Schwangerschaft ist im Harn die Menge des phosphorsauren Kalkes bedeutend vermindert, dagegen nach Lehmann die phosphorsaure Bittererde vermehrt. Dieser Harn wird leicht alkalisch, in Folge dessen sich an der Oberfläche ein schillerndes Häutchen bildet, welches aus phosphorsauren Erden besteht, das man bisher für Kyestein hielt. Im Wochenbett selbst zeigt der Harn keine besondere Abweichung, nur im Harn der Stillenden fand Lehmann viel Buttersäure.

Bei der Zersetzung des Harns erscheinen nach Liebig schnell freie organische Säuren, Essigsäure und Benzoesäure und nach Scherer auch Milchsäure. Diese letzte Säure ist übrigens kein constanter Bestandtheil des Harns. Man findet sie zwar nicht selten darin, aber nach Lehmann nur dann, wenn entweder die gehörige Oxydation derselben im Blute mangelhaft ist, oder dieselbe entweder aus den Muskeln oder aus der Nahrung in überschüssiger Menge zugeführt wird.

Bekanntlich steht die Stärke der Harnsecretion mit der der Hautausscheidung im verkehrten Verhältnisse, da bei starker Hautsecretion auch verhältnißmäßig weniger Harn secernirt wird; so ist z. B. im Winter und bei feuchter Luft die Harnausscheidung stärker, weil die Hautausdünstung geringer ist, während im Sommer und bei trockener Luft mehr Wasser durch die Haut entleert wird. Aus demselben Grunde wird auch während des Aufenthalts in einem kühlen Keller und in einem kalten Bade mehr Harn ausgeschieden, da im letzten Falle neben der einwirkenden Kälte noch die Absorption von Wasser durch die Haut die Harnsecretion vermehrt.

Kothbildung.

In den dicken Gedärmen werden den dahin gelangten Speiseresten die für die Anbildung noch brauchbaren Stoffe entzogen, und aus dem Ueberreste wird durch allmähligen Verlust an Wasser, sowie durch die in diesen Gedärmen stets fortdauernde Zersetzung des Darminhalts der Koth gebildet, welcher sich besonders

im Colon descendens und S romanum anhäuft, woselbst die ganze Masse in Folge der Resorption der flüssigen Bestandtheile, welche zwar hier nicht mehr bedeutend ist, immer fester und endlich durch den Anus ausgeleert wird. Bei Säuglingen wiederholt sich die Kothentleerung im Allgemeinen öfters in einem Tage, bei Greisen seltener als im mittlern Alter, wo sie gewöhnlich ein bis zwei Mal täglich erfolgt. Da die Art sowohl, als die Menge der genossenen Nahrung auf die Menge des von einem Erwachsenen täglich entleerten Kothes von sehr großem Einfluß ist, so ist diese natürlich nur annähernd zu bestimmen, und beträgt in 24 Stunden durchschnittlich 120—180 Grm.; nach Wunderlich 15—30 Unzen für den Tag. Valentin entleerte nach seinen Untersuchungen an sich selbst $^1/_{14}$—$^1/_{18}$ der genossenen Nahrung durch die Darmexcremente, $^7/_{10}$—$^1/_3$ durch den Harn und $^1/_2$—$^1/_3$ durch die Perspiration, nehmlich durch Haut- und Lungenausscheidung.

Wenn auch, wie wir weiter unten sehen werden, selbst lösliche Stoffe der Rückbildung mitunter durch den Koth entleert werden, so sind es doch die Nieren, welche in der Regel die mehr löslichen Stoffe ausleeren, während die schwer oder unlöslichen durch den Darm entfernt werden. Die Alkalien, alkalischen Erden, Phosphorsäure und Eisen werden theils durch die Nieren, theils durch den Darm ausgeschieden, nehmlich, je nach ihrer Löslichkeit, auf dem einen oder auf dem andern Wege. Die Alkalien sind sowohl für sich, als auch in Verbindung mit Kohlensäure und Phosphorsäure im Wasser leicht löslich; in einem Wasser, welches freie Kohlensäure enthält, lösen sich auch, wie wir oben gesehen, die kohlensauren alkalischen Erden, wie auch die phosphorsauren alkalischen Erden sich in einem Wasser lösen, welches freie Phosphorsäure enthält. So z. B. enthalten, wie schon früher bemerkt wurde, die Fäces der Kühe und Pferde alle in ihrem Futter so reichlich genossene Phosphorsäure in Form von phosphorsaurem Kalk und phosphorsaurer Bittererde, während nach Arzbächer der Harn dieser Thiere gar keine Phosphorsäure enthält, und zwar aus dem Grunde, weil die phosphorsauren Erden sich in einem an kohlensauren Alkalien und Erden so reichen Harn nicht lösen können, und deswegen vom Blute dem Darm zugeführt werden, während sich dieses bei Carnivoren und beim Menschen ganz anders verhält.

In dem Darmkanale, und besonders in dem untern Theil desselben, herrscht eine fortwährende Gährung, und die Luft des Dickdarms enthält nach Valentin weniger Sauerstoff und mehr Kohlensäure als die Atmosphäre, und zeichnet sich besonders durch einen Gehalt von Kohlenwasserstoffgas aus; die Zersetzung im Dickdarm ist also eine andere als im Dünndarm, und in ersterm geht also nicht aller austretende Kohlenstoff mit Sauerstoff verbunden davon. Ein Theil des ausgeschiedenen Stickstoffs verbindet sich mit dem freigewordenen Wasserstoff zu Ammoniak, so, daß nach Valentin im menschlichen Kothe häufig Crystalle von phosphorsaurer Ammoniak-Magnesia mikroskopisch nachgewiesen werden können, obwohl nach Mulder ein Theil des Ammoniaks auch von zersetzter Galle herrührt, welche Zersetzung nach Frerich besonders durch den Bauchspeichel befördert wird, was hier um so leichter erfolgt, als die Galle außerhalb des Körpers schon durch Gallenblasenschleim eine Zersetzung erleidet.

Wie wir schon am Kothe Ikterischer, wo der Zufluß der Galle sehr mangelhaft ist, sehen, ist es die Galle, welche dem Kothe seine eigenthümliche Farbe ertheilt, und zwar der Farbstoff der Galle, indem der grüne Farbstoff der Galle nach und nach braun wird und dem Darminhalt schon in der Nähe der Valvula coli eine braune Farbe ertheilt; aber auch das Gallenbraun wird im Darmkanal zersetzt, da die mit Salpetersäure auf Gallenbraun erfolgte bekannte Farbenveränderung immer undeutlicher wird, je mehr es sich dem Ausgang des Darmkanals nähert. Bezüglich des Geruches der Darmexcremente glaubt Liebig, daß derselbe hauptsächlich vom Alkali des Darmsaftes herrühre, da dieser Forscher bei der Schmelzung von Eiweißkörpern oder Leim mit Kalihydrat und Versetzung der erkalteten Masse mit Schwefelsäure bis zur leichten sauren Reaktion bei der Destillation dieser Masse, je nach dem angewandten Körper, die eckelhaftesten Kothgerüche beobachtete, während Valentin der Ansicht ist, daß sowohl die Farbe als der Geruch der Excremente durch die beigemengten Gallenstoffe bedingt werden. Ueberläßt man nehmlich filtrirte Menschengalle der Einwirkung der Luft, so erhält man eine braune Masse, welche denselben Geruch wie die menschlichen Excremente entwickelt, welcher Geruch sich bei Befeuchtung mit Wasser noch mehr entwickelt, woher es vielleicht kommen mag, daß weiche Excremente stärker

riechen, als trockene. Ebenso erhält man bei der Fäulniß der Rindsgalle einen ganz nach Kuhmist riechenden Bodensatz, woraus man allerdings schließen könnte, daß der Geruch der Excremente nur durch die Galle bedingt wird. Dieser Annahme steht übrigens eine andere, von Valentin selbst anerkannte Thatsache entgegen, nehmlich die, daß der grauweiße Koth Ikterischer, wo also der Zufluß der Galle ganz gehemmt ist, in vielen Fällen einen viel fauligern Geruch hat, als der von Gesunden. Wenn nun also die Farbe des Kothes von der Galle herrührt, so rührt der Geruch des Kothes auf keinen Fall ausschließlich von derselben her.

Da nun Liebig bei der Schmelzung der Eiweißkörper mit Kalihydrat die abscheulichsten Kothgerüche beobachtete, und der Koth Ikterischer, wo ebenfalls, wie bei Liebig's Versuch, keine Galle einwirkte, in der Regel einen viel fauligern Geruch entwickelt, als der von Gesunden, so liegt die Annahme sehr nahe, daß gerade die Galle die Zersetzung der Ueberreste der Nahrungsmittel im Darmkanal mäßige und mehr regulire, wie auch wirklich nach Hoffmann ein Zusatz von Galle die Fäulniß des Fleisches, die Gährung des Zuckers und die Gerinnung der Milch verzögert, und vielleicht wären auch bei Liebig's Versuch durch Zusatz von Galle die so heftigen Gerüche weniger intensiv aufgetreten.

Koth. Der gewöhnliche Koth enthält nach Valentin 75% Wasser, außerdem enthält er die unlöslichen Ueberreste der Speisen, Darmschleim, eine Menge Epithelialzellen, zersetzte und nicht zersetzte Gallenstoffe, etwas Eiweiß, und eine nicht unbedeutende Menge von Salzen, besonders Talkverbindungen, und zeigt, ohne Abnormität, bald eine schwachsaure, bald eine alkalische Reaktion.

Wie man früher die unverdaulichen Ueberreste der genossenen Speisen für den Hauptinhalt der Darmexcremente ansah, so haben die neuesten Untersuchungen das Gegentheil bewiesen, daß nehmlich diese als mehr zufällige Beimischungen zu betrachten sind, weil die Kothausscheidung auch bei hungernden Menschen und Thieren vor sich geht; namentlich ist es wieder Liebigs Verdienst, daß wir wissen, daß die wesentlichen Bestandtheile des Kothes nicht die unverdaulichen Ueberreste der Speisen, sondern aus dem Blute abgesonderte Stoffe sind. Die den Excrementen also mehr zufällig beigemischten, und der Art, sowie der Menge der eingenommenen Nahrungsmittel nach, in ihrer Quantität sehr veränderlichen

Speiseüberreste sind diejenigen, welche in den Verdauungsflüssigkeiten schwer oder gar nicht löslich sind, wie Holzstoffe, Wachs, Zellstoff, Horngebilde, elastische Fasern, und von den anorganischen Kieselerde, Thonerde, Eisenverbindungen, und, je nach Umständen, wie wir gesehen, auch kohlensaure, phosphorsaure und schwefelsaure alkalische Erden.

Mit Recht hebt übrigens namentlich Moleschott hervor, daß die absolute Unlöslichkeit der Speiseüberreste nicht der einzige Grund des Vorkommens derselben im Kothe sei, weil sogar oft lösliche in ihm getroffen werden, und zwar aus folgenden Gründen: Erstens nehmlich, weil zwischen der Löslichkeit dieser Stoffe und der Quantität des Lösungsmittels oft ein Mißverhältniß obwaltet, und zweitens, weil die Zeit, innerhalb welcher das Lösungsmittel auf diese Stoffe einzuwirken vermag, in einzelnen Fällen zu kurz ist. Da nach Frerich nicht selten Fettzellgewebe, Primitiv-Muskelbündel, Knochenstücke und Sehnen in den Mastdarm-Excrementen gefunden werden, so kommen diese, an und für sich nicht unlöslichen Stoffe, nur deswegen im Kothe vor, weil sie nicht die erforderliche Zeit im Darmkanal verweilen konnten, um gelöst zu werden, sowie auf der andern Seite wieder lösliche Stoffe aus dem Grunde im Kothe sich vorfinden, weil ihre Quantität im Darmkanal, im Verhältniß zu den darin enthaltenen Lösungsmitteln, eine zu große war, um vollständig gelöst zu werden, woher es nach Moleschott kommt, daß sogar Eiweiß, Zucker, geronnener Käsestoff, Fette, Seifen und Cholesterin im Kothe vorkommen.

Von den Gallenstoffen findet man das Cholesterin zuweilen unverändert im Kothe wieder, Cholsäure und Choleinsäure dagegen selten, da diese nach Frerich verändert als Cholalsäure, Choloidinsäure und Dyslysin im Kothe auftreten; als weiteres Zersetzungsprodukt der Galle findet man auch noch Taurin im Kothe.

Lehmann fand im Darminhalt fünfmonatlicher Früchte einen, dem Natronalbuminat ähnlicher Stoff, und im Meconium und dem Darminhalt des Fötus einen stickstoffhaltigen, durch Gerbsäure fällbaren Körper; ebenso fand er im Meconium Epithelialzellen von schön grüner Farbe.

Die Salze des Kothes stammen theils von der Nahrung, theils vom Blute her, und die Entscheidung, welche directe von

der Nahrung, und welche vom Blute herrühren, ist wirklich nicht leicht, und nur von den schwefelsauren Salzen können wir mit Wahrscheinlichkeit behaupten, daß sie von der Nahrung herkommen, weil Lehmann im Meconium keine Spur von schwefelsauren Salzen fand.

Nach Berzelius beträgt der Salzgehalt des Kothes 1,2%, außerdem enthält er nach ihm 75,3 % Wässer, 7,0 unlösliche Speiseüberreste, 5,7 Extractivstoffe, 14,0 Cholalsäure, Choloidinsäure, Schleim und Fett, 0,9 Galle und 0,9 Eiweiß. Von den Basen herrscht nach Portner und Rose der Kalk, dann Bittererde und Kali vor, von den Säuren die Phosphorsäure, wovon er nach einem Mittel dieser beiden Forscher 33,55 % enthält, dann die Schwefelsäure und die Kieselsäure; von Chlorkalium enthält er nur Spuren und vom Kochsalz mehr als ½ Procent.

Die in 24 Stunden bei einem Erwachsenen mit dem Kothe abgehende Menge von Mineralbestandtheilen beträgt nach einer Durchschnitts-Berechnung der Untersuchungen von Portner und Rose 2,60 Grm.

Den Umstand, daß es oft vorkommt, daß der Koth innerlich sauer, oder doch nur neutral, aber nicht zugleich, wie die äußere Schichte, alkalisch reagirt, leitet Moleschott von der Thatsache her, daß die alkalische Reaktion der äußern Schichte des Inhalts des Dickdarms von der Wirkung der Galle, des Darmsaftes und des Bauchspeichels herkomme, welche alle alkalisch reagiren, aber oft nicht im Stande sind, die Säuren der innern Schichten des Darminhalts zu sättigen, sondern dieses nur in den äußern zu thun vermögen.

Der mechanische Vorgang der Kothentleerung ist nach Funke folgender: Am Ende des Darmkanals befinden sich zwei Sphinkteren, ein oberer, welcher nicht willkürlich, und ein unterer, welcher willkürlich beweglich ist, und diese zwei Sphinkteren halten den After durch ihre Contraction, den andrängenden Kothmassen gegenüber, verschlossen, wenn der Druck dieser Letztern nicht zu groß ist. Diese beiden Schließmuskeln beginnen aber ihre Contraction erst, wenn sie durch die in Folge der Contraction der übrigen Mastdarmmuskeln vorgeschobenen Excremente oder Gase ausgedehnt werden; sie befinden sich also nicht, wie man früher glaubte, in immerwährender Contraction, sondern sind im gewöhnlichen Zu=

stande erschlafft, und ihre Contraction wird also durch den bis zu ihnen vorgeschobenen und sie unmittelbar berührenden Darminhalt hervorgerufen. Da sie im erschlafften Zustande den Mastdarm völlig abschließen, beim Durchgang der Kothmassen aber weit über ihre natürliche Größe ausgedehnt werden, so besteht ihre Funktion hauptsächlich darin, daß sie vermöge ihrer Contractionsfähigkeit der durch die Kothmassen bewirkten Ausdehnung entgegenwirken.

Die durch fortwährende Resorption fester gewordenen Kothmassen werden durch die Thätigkeit der Ringmuskeln des Rektums in einzelne runde Massen, Ballen, geformt und durch die peristaltischen Bewegungen der Längen- und Ringmuskeln vorwärts geschoben. Da nun die Schleimhaut des Mastdarms viel sensibler ist als die des obern Darmkanals, dessen Inhalt im normalen Zustande keine zum Bewußtsein gelangende Empfindung erregt, so erregen die in den Mastdarm gelangten Kothmassen das Gefühl des Nachdranges, welches um so mehr zunimmt, je mehr die Sphinkteren ihrer Ausdehnung Widerstand leisten und also den Koth zurückhalten, und welches bei dünnflüssigen, scharfen Excrementen viel unerträglicher wird, als bei festen, trockenen Kothmassen. Durch den kräftigen Widerstand der Schließmuskeln, und namentlich des untern, wird die peristaltische Bewegung der Mastdarmmuskeln oft eine verkehrte, welche die Kothmassen wieder etwas noch oben treibt, worauf sie aber dann mit vermehrter Energie nach unten getrieben werden. Während wir im Stande sind, den untern Schließmuskel mit großer Kraft im contrahirten Zustande zu erhalten, erlahmt der obere, unwillkührliche bald; nur wenn wir dem gar zu starken Stuhldrang nicht nachgeben, so wird auch der untere überwunden und die angesammelten Kothmassen mit Gewalt durch die Afteröffnung getrieben.

Bei normaler Beschaffenheit der Excremente gehört, wenn wir den äußern Schließmuskel nicht absichtlich contrahirt erhalten, nur eine geringe Druckkraft dazu, um die elastischen Kräfte der Muskelfasern des Mastdarms zu überwinden und den Koth nach Außen zu entleeren; bei festen und großen Kothmassen aber wird schon die Wirkung der Bauchmuskeln, und besonders der musculi obliqui interni mit in Anspruch genommen, welche vermöge der Richtung ihrer Fasern und ihrer Ansätze ganz besonders geeignet sind, durch ihre Zusammenziehung einen Druck auf die Beckenhöhle und deren

Inhalt auszuüben. Der die Beckenhöhle nach unten abschließende levator ani bildet einen, nach unten vorspringenden, vom Mastdarm durchbohrten Conus, welcher sich abflacht, wenn wir diesen Muskel zusammenziehen, wodurch der Mastdarm über die nach unten gepreßten Excremente gleichsam in die Höhe gestreift wird. Zur Vermehrung des Drucks nach der Beckenhöhle sind wir bei sehr schwierigen Stuhlentleerungen genöthigt, durch möglichst tiefes Einathmen und längeres Anhalten dieser Inspiration auch den Druck des hiedurch herabgestiegenen Zwerchfells in Anspruch zu nehmen.

Darmgase. Bezüglich der im Darmkanal enthaltenen Gase haben Magendie und Chevreul Versuche an Hingerichteten angestellt und dabei folgende Resultate erlangt:

In 100 Theilen Magengasen sind enthalten: 71,45 N, 11,0 O, 14,0 $\ddot{C}$ und 3,55 H.

In 100 Theilen der Gase des Dünndarms sind: 20,08 N, 24,39 $\ddot{C}$, 55,53 H.

In 100 Theilen der Gase des Dickdarms sind: 18,40 N, 70,0 $\ddot{C}$, 11,60 CH.

In 100 Theilen der Gase des Mastdarms: 45,50 N, 42,86 $\ddot{C}$, 11,18 CH.

In 100 Theilen Blähungsgasen 14,0 N, 44,5 $\ddot{C}$, 25,8 H, 15,5 CH und 1,0 Schwefelwasserstoff.

Die Gase des Magens enthalten also viel weniger Sauerstoff, als die Luft und viel mehr Kohlensäure; die des Dünndarms keinen Sauerstoff, dagegen viel Wasserstoff und Kohlensäure; die des Dickdarms sehr viel Kohlensäure, Kohlenwasserstoff und Wasserstoff, während die Gase des Mastdarms viel mehr Stickstoff enthalten, als die des Dünndarms.

Nach Moleschott entstehen die Magengase größtentheils aus verschluckter Luft, und die darin ansehnlich vermehrte Kohlensäure rührt wahrscheinlich vom Blute her, sowie der darin enthaltene Wasserstoff beweist, daß schon hier eine Gährung vor sich geht, wodurch zugleich auch etwas Kohlensäure erzeugt wird, wobei nach ihm übrigens auch ein Theil dieser Säure von der Zersetzung des kohlensauren Natrons der Galle durch die im Magensafte enthaltene Milchsäure und die aus den Fettbildnern hervorgegangenen Säuren herzuleiten ist.

Ebenso bildet auch die Bildung von Buttersäure aus den Fettbildnern eine reichliche Quelle von Wasserstoff und Kohlensäure.

Als weitere Secreta des menschlichen Organismus müssen wir hier noch die Thränen und die Hautschmiere betrachten.

Das Absonderungsorgan der Thränen ist die im äußern und obern Theile der Augenhöhle befindliche Thränendrüse, obwohl nach Einigen ein Theil der Thränen auch von den kleinen Drüsen der Conjunctiva abgesondert werden soll. Die Ausführungsgänge der Thränendrüse sind nur an dem äußern Theile der hintern Seite des obern Augenliedes, und die Thränenflüssigkeit gelangt zuerst zwischen das obere Augenlied und den Augapfel in den Sack der Conjunctiva und vermischt sich hier mit dem Secrete dieser Letztern. Nachdem nun die den Ausführungsgängen der Thränendrüse ununterbrochen entströmende Thränenflüssigkeit den engen Raum zwischen der Conjunctiva der Augenlieder und der des Augapfels ausgefüllt, um so die Beweglichkeit der Augenlieder zu erleichtern, überzieht sie die freie Fläche des Augapfels, um dieselbe gegen Vertrocknung zu schützen, und zur Erfüllung dieser beiden Zwecke sind die Ausführungsgänge der Thränendrüse an der äußern Seite des Auges und die Abzugskanäle am innern Winkel so angebracht, daß sich die freie Fläche des Auges zwischen beiden befindet; ebenso zieht der enge Raum zwischen der Conjunctiva der Augenlieder und der des Auges durch seine Beschaffenheit die Thränenflüssigkeit leicht an und nimmt sie schnell auf, was übrigens noch durch das oft sich wiederholende unwillkührliche Blinzeln sehr unterstützt wird. Thränen.

Nachden nun die Thränenflüssigkeit ihre Zwecke erfüllt, wird sie nach dem innern Augenwinkel zu den an jedem Augenliede befindlichen Thränenpunkten geführt, von diesen aufgenommen, durch die Thränenröhrchen in den Thränensack und von diesem durch den Thränenkanal in die Nasenhöhle gebracht, wo sie sich mit dem Nasenschleim vermischt und dann verdunstet. Dieser eben bezeichnete Thränenabgang wird theils durch den negativen Druck des Einathmens, theils durch ein besonderes Flimmerepithelium, sowie durch die Zusammenziehung des Orbicularis und des Thränensackmuskels unterstützt.

Im gewöhnlichen Zustande können wir den Verlauf der Thränenflüssigkeit, von ihrem Ursprung bis in die Nasenhöhle, nicht

fühlen, weil dieselbe in langsamem, aber ununterbrochenem Strome über den vordern Theil des Augapfels hinzieht, und, nachdem sie ihre Zwecke erfüllt, wie wir gesehen, von den Thränenpunkten aufgenommen, in die Nasenhöhle geführt wird, wo sie ebenso unmerklich verdunstet; in außergewöhnlichen Zuständen aber, wenn nehmlich so viel Thränenflüssigkeit abgesondert wird, daß die Abzugskanäle nicht mehr im Stande sind, sie in der gehörigen Zeit abzuführen, also zwischen Secretion und Excretion auf gewöhnlichem Wege ein Mißverhältniß stattfindet, wie z. B. beim Weinen, lauft, obwohl auch gleichzeitig der Zufluß zur Nase vermehrt ist, doch der größte Theil zwischen den Augenliedspalten auf die Wangen heraus.

Die Thränenflüssigkeit, deren chemische Beschaffenheit uns aus dem Grunde lange im Dunkel blieb, weil es schwer hält, eine größere Menge zum Zweck der Analyse in reinem Zustande zu sammeln, wurde uns erst durch Frerich näher bekannt, nach welchem 100 Theile derselben 0,32 Epithelien, 0,10 Eiweiß, 98,70 Wasser und 0,88 Salze und Schleim enthalten. Sie reagirt alkalisch, welcher Umstand, wenn diese Reaction auch nicht stark ist, nach Moleschott nicht ohne Einfluß auf die Ablösung des Conjunctiva-Epitheliums ist. Außer diesen Epithelialgebilden ist ihr auch noch das Secret der Conjunctiva, Schleim und Eiweiß, sowie durch das Secret der Meibomischen Drüsen auch etwas Fett beigemischt. Wie in allen Secreten, so ist auch in der Thränenflüssigkeit von den anorganischen Bestandtheilen das Kochsalz vorherrschend, nach diesem die phosphorsauren Alkalien.

Hautschmiere. Die Hautschmiere ist das Secret der Fettdrüsen der Haut, und diese bilden entweder baumförmig verzweigte Drüsengänge, wie die Meibomischen Drüsen der Augenlieder und zum Theil auch die Talgdrüsen der Haut, oder es sind schraubenartig sich drehende Röhrchen, wie die Ohrenschmalzdrüsen, oder bloße spiralförmige Einstülpungen, wie die Haardrüsen; nach Gurlt sind übrigens sowohl die Talgdrüsen, als die Haarbälge bloße Einstülpungen der Oberhaut in die Lederhaut. Wie wir weiter oben gesehen haben, liegen die Talgdrüsen sehr oberflächlich in der äußern Schichte der Lederhaut und sind, mit Ausnahme der Hohlhand und Fußsohle, über die ganze Haut verbreitet. Aus den, an ihren Wandungen liegenden Haargefäßnetzen wird ihr Secret, das Sebum, Haut-

schmiere, abgesondert. Nach Gurlt kommen die Haardrüsen und die Talgdrüsen gewöhnlich vereinigt vor, nur wo die Haare fehlen, mündet ihr Ausführungsgang unmittelbar in die Oberhaut.

Das auf der freien Oberfläche der Haut abgelagerte Fett stammt also von den Hautdrüsen und wird theils durch die fortwährend nachfolgende Absonderung, theils durch die Bewegungen der Haut selbst auf deren Oberfläche abgelagert, mischt sich hier mit den sich abschuppenden Epithelialbläschen und bildet die sogenannte Hautschmiere, welche bekanntlich zunächst den Zweck hat, eine zu starke Durchweichung der Haut zu verhüten, indem sie dieselbe für Wasser mehr oder weniger undurchdringlich macht, wie ja jede, mit Fett oder Oel getränkte Haut kein Wasser durchläßt. Dieser Zweck gilt übrigens im Allgemeinen nur für die Oberhaut; da aber dieses Secret an verschiedene Stellen des Körpers abgesondert wird, so erhält dasselbe nicht nur verschiedene Namen, sondern dient auch zu verschiedenen Zwecken, wie z. B. die Vernix caseosa des Fötus, die Vorhautsalbe, die sogenannte Augenbutter, das Ohrenschmalz und das Fett der Haare. Die Vernix caseosa, welche bekanntlich zum Schutz der Haut des Fötus gegen die auflösende Kraft des liquor Amnios dient, ist eine weiße, käseartige, schlüpfrige, in Wasser nicht lösliche Materie, die von der Haut des Embryo in großer Menge abgesondert wird und nach Davy folgende Zusammensetzung hat: Wasser 77,87%, Elain 5,75%, Margarin 3,13%, Epithelien 13,25%. Das sogenannte Ohrenschmalz wird aus verwickelten, schraubenartig sich schlängelnden Drüsen abgesondert, die im äußern Ohr einen hohen Grad von Entwicklung erlangt haben, und leistet nach Valentin nicht nur mechanische, sondern wahrscheinlich auch acustische Dienste. Die am Ende des Penis und beim Anfang der Eichel abgesonderte Vorhautsalbe schützt diese Theile nicht nur vor der ätzenden Einwirkung des oft mechanisch zurückgebliebenen Urins, sondern auch vor gegenseitiger Reibung, sowie das von den Meibomischen Drüsen abgesonderte Fett sich mit der Thränenflüssigkeit und dem Secrete der Conjunctiva mischt und zur Verminderung der Reibung zwischen dem Augapfel und den Augenliedern beiträgt, während das Fett der Haare nicht nur die Brüchigkeit derselben vermindert, und sie also geschmeidiger macht, sondern denselben auch einen höhern Glanz verleiht.

Außer den reichlich beigemischten Epitheliumblättchen enthält die Hautschmiere nach Lehmann auch einen eiweißartigen Stoff, und von den Fetten Elain und Margarin, ölsaures und margarinsaures Natron und Kali, auch Chlornatrium, besonders das Ohrenschmalz und die Vorhautsalbe. Nach Berzelius enthält das Ohrenschmalz einen gelben, bittern, in Alkohol löslichen Körper, sowie milchsaure Alkalien und milchsauren Kalk. Lehmann fand in der Vorhautsalbe des Menschen einen, in Wasser löslichen Stoff, welcher mit Schwefelsäure und Zucker die bekannte Pettenkofer'sche Reaktion der Gallensäure hervorruft, aber nicht zu den Fetten gehört. In der Vorhautsalbe kommt nach Lehmann auch eine Ammoniakseife vor. Von den anorganischen Bestandtheilen herrschen in der Hautschmiere nach Moleschott die phosphorsauren Erden vor, auch enthält sie etwas Kochsalz und Salmiak.

Wir haben hier noch eines Secretes zu erwähnen, nehmlich desjenigen, welches man im Allgemeinen mit dem Namen: „Schleim" belegt, und welches eigentlich das Secret der Schleimhäute ist, und theils aus den in den Schleimhäuten enthaltenen drüsigen Organen, theils aus den diese Schleimhäute überziehenden Epitheliumzellen geliefert wird. Selbstverständlich ist übrigens das Secret der verschiedenen Schleimhäute im Organismus auch ein sehr verschiedenes, wie z. B. doch gewiß das Secret der Mund- und Magenschleimhaut von dem der Schleimhaut der Luftröhre sehr verschieden ist; dennoch müssen wir die Secreta der Darmschleimhaut in soferne auch mit dem Collectivnamen „Schleim" bezeichnen, als wir gewisse chemische Bestandtheile und allgemeine physikalische Eigenschaften als wesentliche Momente der mit dem Namen „Schleim" bezeichneten Secreta ansehen, und zwar um so mehr, als, abgesehen von den Absonderungen der Darmschleimhaut, auch die Secreta der übrigen Schleimhäute noch verschiedene sind und der Schleim im weitesten Sinn des Worts nicht ausschließlich das Secret der Schleimhäute ist, da noch andere, nicht von Schleimhäuten abgesonderte Säfte im strengsten Sinne auch hieher gehören, wie z. B. das leimgebende Bindegewebe. Mit vollem Recht bemerkt daher Funke über den Collectivbegriff „Schleim", daß er auf schwachen Füßen stehe, weil wir nicht im Stande sind, eine gewisse Anzahl constanter, wesentlicher Merkmale zur erforderlichen

Definition desselben zu finden, und weil dieser Name weder anatomisch noch chemisch gerechtfertigt ist. Von anatomischer Seite erscheint dieser Name schon deswegen nicht gerechtfertigt, weil wir nicht Alles Schleim nennen, was von den Schleimhäuten abgesondert wird, dagegen wieder, wie wir so eben gesehen, streng genommen, auch andere Secreta zum Schleim rechnen müssen, welche von ganz andern Organen geliefert werden. In chemischer Beziehung betrachtete man bisher den sogenannten Schleimstoff, Mucin, als das ausschließliche Merkmal des Schleims; aber gerade dieser Schleimstoff ist auf der einen Seite bis jetzt noch nicht gehörig chemisch erforscht, ja noch nicht einmal rein dargestellt worden, während er auf der andern Seite ohne Zweifel nicht überall derselbe ist, was zum Theil schon aus den Analysen von Kemp und Mulder hervorgeht, welche beiden Forscher von dem Mucin von verschiedenem Schleim auch verschiedene Formel erhielten; so ist z. B. nach Mulder die Formel des Neossin, des von den Schwalben ausgebrochenen Schleimstoffs $C^{22} N^2 H^{17} O^8$, während nach Kemp die Formel des Schleimstoffs des Gallenschleims: $C^{48} N^6 H^{39} O^{17}$ ist und der Schleimstoff überhaupt nach ihm immer etwas Schwefel enthält; wir kennen also die chemische Constitution dieses Stoffs noch gar nicht genau.

Der von den meisten Schleimhäuten abgesonderte Schleim ist eine dickliche, fadenziehende, zähe und nicht ganz klare Flüssigkeit, welche nach Andral immer sauer, andern Beobachtungen zufolge dagegen alkalisch reagirt, welche Verschiedenheit der Reaktion übrigens einem wirklich verschiedenen Schleime anzugehören scheint, oder durch andere Beimischung hervorgerufen wurde; so reagirt z. B. nach Frerich und Jacubowitsch die Synovia, sowie das reine Secret der Mundhöhlenschleimhaut wirklich alkalisch. Bei pathalogischen Zuständen der Schleimhäute, wo der Schleim oft in ungeheurer Menge abgesondert wird, muß dieser natürlich auch eine wesentlich veränderte qualitative Beschaffenheit zeigen. Neben dem Schleimstoff enthält der Schleim eine große Anzahl Epithelien, nehmlich losgestoßene Epithelialzellen der Oberfläche der Schleimhaut, die sich durch Filtration von dem Schleimstoff nicht leicht trennen lassen. In dieser Abstoßung der Epithelialzellen suchte Tilanus, namentlich auf den, mit keinen Drüsenapparaten verversehenen Schleimhäuten, die Hauptquelle der Schleimbildung

überhaupt, wofür auf der einen Seite allerdings die Thatsache spricht, daß man im Schleime neben den Epithelien beinahe überall Massen von einzelnen gröbern Kernchen trifft, die wirklich durch Zerfallen von Zellen entstanden zu sein scheinen, worauf schon das Vorkommen des Schleimstoffs in der Gelenkflüssigkeit hinweist, da Frerich eine nicht unbeträchtliche Anzahl von Zellenkernen darin beobachtete, die der Auflösung durch die alkalische Synovia am längsten widerstunden; auf der andern Seite spricht aber der Umstand noch für diese Ansicht, daß eine Menge anderer Secreta durch Zerfallen und Umwandeln der auf den Drüsenoberflächen erzeugten Zellen gebildet wird. Doch gibt es auch wieder Umstände, welche diese von Tilanus zunächst ausgesprochene Ansicht geradezu zu widerlegen scheinen, wie nach Funke namentlich der, daß wir im Parenchym von Organen oft Schleim entstehen sehen ohne alle Mithülfe losgestoßener Epithelialzellen, und auf manchen Schleimhäuten, wie z. B. im Uterus, wirklich ein zellenarmes Secret zu treffen ist, so, daß im Ganzen daraus hervorgeht, daß der sogenannte Schleim zwar nicht immer, aber doch nicht selten aus zerfallenen und aufgelösten Epithelialgebilden hervorgeht. So beobachtete Virchow eine Schleimbildung im Nabelstrang durch Umwandlung der Whartonischen Sulz, wo weder Epithelialzellen, noch Drüsenzellengebilde durch ihr Zerfallen und Umwandlung zur Entstehung dieses Schleims beigetragen haben.

Ganz ähnlich den farblosen Körperchen des Blutes und der Lymphe kommen auch im Schleime runde Zellen vor mit einem oder mehreren Kernen, nehmlich die sogenannten Schleimkörperchen, welche namentlich bei gesteigerter Schleimsecretion oft in solcher Menge im Schleime auftreten, daß die Epithelialzellen gegen diese ganz zu verschwinden scheinen.

Als krankhaftes Produkt treten nach Lehmann und Funke in dem Schleimsecret bei chronischem Kehlkopfcatarrh die sogenannten Entzündungskugeln oft in enormer Menge auf; sie sind rund oder länglich, von verschiedener Größe und erscheinen als äußerst dichte, dunkle Conglomerate feiner Elementarkörnchen und geben der Sputa eine schiefergraue Farbe.

Der Hauptbestandtheil des Schleims bildet neben dem Wasser, von welchem in 1000 Theilen Schleim 933,7 enthalten sind, der oben bezeichnete Schleimstoff, Mucin, welcher an Alkali oder

phosphorsaure Erden gebunden und offenbar ein den Eiweißstoffen verwandter Körper ist, und welchem der Schleim seine zähe, fadenziehende, schlüpfrige Beschaffenheit verdankt, da er in Wasser gallertartig aufquillt. Derselbe ist nach Tilanus weder in Wasser, noch in Alkohol oder Aether löslich, während ihn verdünnte alkalische Solutionen leicht lösen. Den in Wasser aufgequollenen Schleimstoff verwandelt Alkohol in Fäden und Flocken, welche durch Kochen in starker Essigsäure gelöst werden. Basisch essigsaures Bleioxyd und Gerbsäure erzeugen in der alkalischen Schleimstofflösung reichliche Niederschläge, während Sublimat, Alaun und neutrales essigsaures Bleioxyd in solcher Lösung nur unbedeutende Niederschläge bilden. Uebrigens ist das Verhalten des Schleims gegen Reagentien ein sehr verschiedenes, was immerhin auf verschiedene Modifikationen dieses Stoffes hinweist.

Nach Funke wird dieser Stoff nicht präformirt aus dem Blute ausgeschieden, sondern erst auf dem Wege vom Blute auf die Oberflächen der Schleimhäute gebildet, so, daß wahrscheinlich die Zellen, welche jenes Bluttranssudat zu durchwandern hat, die Bildungsstätten desselben sind, seien es nun Epithelialzellen oder besondere Drüsenzellen.

Neben den obengenannten Stoffen findet man im Schleime, namentlich bei reichlicher Secretion desselben, Albumin und etwas Fett, und von den anorganischen Bestandtheilen das dem Schleimstoff angehörige Alkali und phosphorsaure Erden.

Als die letzten Ausscheidungen des menschlichen Körpers können wir die Bildung der Epidermis, der Haare und der Nägel ansehen.

Die Epidermis ist nach Bock der glatte, sehr dünne, durchscheinende, hornartige und verschieden gefärbte Ueberzug über die Lederhaut, welcher weder Gefäße noch Nerven hat, mit der Lederhaut durch das Malpighische Schleimnetz innig verbunden ist und auch in ihre Vertiefungen eindringt; sie ist also nirgends von eigentlichen Löchern durchbohrt, sondern bildet an den Oeffnungen der Talgdrüsen, Haarbälge und Schweißkanäle Fortsetzungen und Einstülpungen in diese hinein. An den großen Oeffnungen des Körpers, welche zu den offenen Höhlen führen, wo die Lederhaut unmerklich in die Schleimhaut übergeht, setzt sie sich in das Epithelium fort, von welchem sie sich nur durch eine größere Dicke, Festigkeit, Elastizität und Trockenheit unterscheidet. Da sich die Epidermis.

äußerste Schichte der Epidermis fortwährend abstoßt und von der tiefern Schichte wieder ersetzt wird, so ist sie in steter Umwandlung begriffen. Sie besteht nach Bock, je nach ihrer Dicke, aus einer größern oder geringern Anzahl mehr oder weniger parallel über einander liegender und fest an einander haftender Schichten von Zellen. Der Lederhaut zunächst, deren äußere, gefäßreiche Oberfläche die Matrix der Epidermis darstellt, ist die kernreiche Cytoblasten-Schicht, in welcher sich die Cytoblasten der Epidermiszellen bilden *); auf diese folgt dann die Schicht der jüngsten Zellen, welche rundlich sind und auch einen Kern haben, den sie eng umgeben; sie sind in Essigsäure löslich und haben $^1/_{160}$''' Durchmesser. Weiter nach Außen nimmt nun die Größe dieser Zellen immer mehr zu, von $^1/_{100}$ — $^1/_{50}$''' Durchmesser, dabei aber ihre Dicke ab, wobei sie sich mehr an einander drängen, eine abgeplattete Form annehmen und auch ihr chemisches Verhalten ändern, indem sie in Essigsäure nicht mehr löslich sind. Die oberste, aus harten, verhornten Zellen bestehende Schicht ist dann die eigentliche Epidermis, welche nach und nach abstirbt und sich in Form von Schüppchen ablöst.

Die unterste Lage ist die weichste, die obere ist schon mehr hart und trocken, aber die Zellen dieser beiden haben noch einen Kern, während in der äußersten Schichte der Zellenkern verschwindet. In der zweiten Schichte ist beim Neger der Sitz seiner schwarzen Farbe, die nach Krause in Gestalt sehr kleiner, in die Epidermiszellen selbst abgelagerten Körnchen durch das ganze Gewebe der Haut verbreitet ist. Die Dicke der Epidermis beträgt nach Krause $^1/_{20}$''', in der Hohlhand und an der Fußsohle aber $^1/_2$—1'''. Nach John enthält die Epidermis 93,0 — 95,0% Hornstoff, 5,0% gallertartige Materie, dann Milchsäure, milchsaures, phosphorsaures und schwefelsaures Kali, phosphorsauren und schwefelsauren Kalk und Spuren von Mangan und Eisen.

Der Zweck der Epidermis ist der Schutz der äußern, gefäß- und nervenreichen Schichte der Lederhaut; ferner hemmt sie den

---

*) Nach Breschet sind es, wie weiter oben gesagt wurde, eigene, an der Basis der Lederhaut liegende, mit Capillargefäßen umgebene Drüsen, welche diese, zur Bildung der Epidermis nöthige Hornsubstanz absondern.

Durchgang der Luft, Wärme und Kälte, sowie die zu schnelle Verdunstung, indem sie die wässerige Feuchtigkeit erst durchgehen läßt, wenn ihr Gewebe damit getränkt ist.

Wie an den großen, zu den offenen Höhlen des Körpers führenden Oeffnungen die Lederhaut unmerklich in die Schleimhaut übergeht, so geht hier auch die Epidermis in das Epithelium über, welches, wie die Epidermis, deren Fortsetzung es eigentlich bildet, ein durchsichtiges, glattes, gefäß- und nervenloses, membranartiges Gebilde ist, nur dünner, weicher und feuchter, als die Epidermis selbst. Dieses Epithelium kommt nach Bock nicht nur, wie man früher glaubte, in den offenen Höhlen und auf den Schleimhäuten vor, sondern auch an den Wänden geschlossener Höhlen, dieselben mögen leer sein, wie die serösen Säcke und die Hirnventrikel, oder Flüssigkeiten enthalten, wie die Lymph- und Blutgefäße, das Herz und die Synovialkapseln. Es besteht aus Zellen, zu der die darunter liegende Matrix, ganz wie bei der Bildung der Epidermis, das Cytoblastem liefert. Epithelium.

Wie die Oberhaut überhaupt nicht nur zum Schutze der darunter liegenden Matrix dient, sondern auch auf die Absonderung und Aufnahme von Stoffen nicht ohne Einfluß ist, so ist dieses auch mit dem Epithelium der Fall, welches außerdem noch an einzelnen Stellen, vermöge seiner eigenthümlichen Structur, die Bewegung flüssiger Stoffe befördert.

Auch die Elemente des Epitheliums sind Zellen mit einem Kern und nach der Form der Zellen unterscheidet Henle drei Arten von Epithelium, nehmlich Pflaster-, Cylinder- und Flimmer-Epithelium. Bei der ersten Art liegt nach Henle die runde, oder auch eckige Zelle entweder dicht um den Kern, oder bildet eine förmliche Blase um ihn; diese Zellen liegen dann entweder dicht beisammen und werden so durch gegenseitigen Druck polygonal, oder sie haben einen, mit wasserheller Intercellular-Substanz ausgefüllten Zwischenraum zwischen sich. Diese Art von Epithelium ist die verbreitetste, zeigt aber an verschiedenen Stellen auch wieder verschiedene Formen. Die zweite Art, das Cylinder-Epithelium, besteht aus conischen, punctirten, in der Regel nicht wasserhellen Zellen, die aufrecht neben einander stehen, mit ihrer Spitze der Schleimhaut, mit ihrer Basis der freien Oberfläche zugewandt; der runde oder ovale Kern derselben liegt in der Regel in der

Mitte, und über und unter demselben ist die Zelle etwas eingeschnürt. Auch diese Zellen liegen, wie bei der ersten Art, entweder dicht beisammen, oder sind durch Intercellular-Substanz von einander geschieden. Beim Menschen kommt diese Art von Epithelium nur auf Schleimhäuten vor. Die dritte Art endlich, das Flimmer-Epithelium, hat Zellen wie das vorige, nur mit dem Unterschiede, daß aus ihren breiten Enden mehrere, ohngefähr 3—6, kurze, wasserhelle Härchen von $^1/_{500}$ — $^1/_{250}$''' Länge hervorragen, welche entweder spitzig oder stumpf enden. Diese Flimmerwimpern, welche nicht ganz rund, sondern etwas breiter, als dick sind, zeigen nur in soferne eine verschiedene Form, als sie nicht immer die gleiche Länge haben, da sie, wenn sie auch an einzelnen Stellen gleich lang sind, an andern in der Mitte höher sind und gegen die Seiten abnehmen, während sie wieder bei andern von einer Seite zur andern regelmäßig abnehmen. Diese Art von Epithelium kommt beim Menschen nur in der Bindehaut des Auges, dem Thränensack und Thränencanal, in der knöchernen Wand der Nasenhöhle, dem knorpligen Theil der Ohrtrompete, im obern Theil des Pharynx, an der untern Fläche des Kehldeckels, im Kehlkopf und in der Luftröhre bis zu den Lungenbläschen, auf den Wänden der Hirnhöhlen und auf der Schleimhaut der Gebärmutterhöhle von der Mitte des Mutterhalses bis zu den Franzen der Muttertrompete vor.

Diese Flimmern krümmen sich ununterbrochen hackenförmig, so, daß sich nur die Spitze biegt, während der untere Theil kaum in Bewegung gesetzt wird, und diese Bewegung wird constant nach einer und derselben Richtung ausgeführt, so, daß Schleim und andere Flüssigkeiten in einer bestimmten Richtung fortgetrieben werden; Bewegung von flüssigen Stoffen in den Canälen des Körpers scheint also der Hauptzweck dieses Flimmer-Epitheliums zu sein; da dasselbe aber nach Bock auch auf Oberflächen vorkommt, wo nichts fortzubewegen ist, wie in den Hirnhöhlen, und dessen Bewegung nicht immer dieselbe Richtung befolgt, welche der Funktion des Organs entspricht, so müssen diese Flimmern, neben der genannten Fortbewegung von Flüssigkeiten, noch eine andere, bis jetzt unbekannte Bestimmung haben.

Haare. Die Haare, welche mit Ausnahme einzelner Stellen beinahe über den ganzen Körper verbreitet sind, haben einen, aus der äußern

Haut hervorragenden Haarschaft und eine, in der Lederhaut steckende Haarwurzel. Der Haarschaft, welcher eine sehr verschiedene Länge und einen Durchmesser von $1/_{13}$ — $1/_{325}$''' hat, besitzt nach Krause eine etwas glatte Form, welche namentlich die krause Beschaffenheit der Haare bedingt, da nach genanntem Beobachter bei nicht krausen Haaren die Dicke zur Breite sich verhält wie 1 : 1,40, bei krausen dagegen wie 1 : 2,22. Nach Krause beobachtet man an der Oberfläche der etwas dickern Haare verschiedene, unregelmäßige, $1/_{1200}$''' breite und $1/_{200}$ — $1/_{400}$''' von einander abstehende Furchen, welche oft spiralförmige Windungen zeigen. Der Haarcylinder selbst besteht nach Henle aus zwei Substanzen, einer äußern Rindensubstanz, welche eine dünne, durchsichtige und fasrige Haarschichte darstellt, und einer zelligen Marksubstanz, welche bei dunklen Haaren dunkel gefärbt ist; auch Krause fand im Innern des Schaftes kleine, nicht zusammenhängende Zellen von $1/_{650}$—$1/_{1600}$''' Durchmesser, in welchen sich bei dunklen Haaren der Farbstoff in Gestalt kleiner, dunkler und unregelmäßiger Körper anhäuft. An der Haarspitze sind weder die beiden genannten Substanzen, noch Furchen mehr zu unterscheiden. Die äußere Rindensubstanz des Haarschaftes ist mehr durchscheinend, weil sie weniger intensiv gefärbt ist, während die innere Marksubstanz die eigenthümliche Farbe enthält, bisweilen aber, wie in den Wollhaaren, auch ganz fehlt.

Der untere, weichere Theil des Haares, die Haarwurzel, steckt im Haarbalg, welche Haarbälge den meisten Beobachtern zufolge Einstülpungen der Cutis sind, mit welchen die Ausführungsgänge zweier Talgdrüsen zusammenhängen, und wohin diese Letztern ihre Hautschmiere ergießen, die dann durch die enge Mündung des Haarbalges auf die Hautoberfläche tritt und dem Haare seine schlüpfrige, glänzende Beschaffenheit mittheilt. Die Befestigung der Haare wird nach Bock dadurch bewirkt, daß die den Haarbalg auskleidende Haut mit der Haarzwiebel verschmilzt und die Zwiebel mit dem Keime verklebt. Die Haarwurzel geht nehmlich an ihrem untern Ende in eine rundliche Anschwellung, die Haarzwiebel, über, welche unten leicht ausgehöhlt ist und gegen den Grund des Balges sieht, wo der Haarkeim (Blastema pili), ein weicher, pulpöser, etwas dunkel gefärbter Körper festsitzt, welcher Gefäße und Nerven enthält, in die Höhle der Haarzwiebel hineinragt, und, die Matrix des Haares bildend, auf seine Oberfläche die Haarsubstanz absetzt, wobei durch

fortwährende Absonderung und Apposition frischer Substanz der schon gebildete Theil des Haares vorausgeschoben und so das Wachsthum des Haares gesichert wird.

Die Haare ziehen Wasser aus der Luft und aus der Haut an und werden dadurch länger, während sie sich beim Trocknen wieder verkürzen; je mehr die Haare Wasser enthalten, desto weicher und glänzender sind sie, und da der Wassergehalt der Haare hauptsächlich von der Turgescenz der Haut abhängt, so kann man nach Bock von dem Aussehen der Haare mit Sicherheit auf die Thätigkeit der Haut schließen, weßhalb auch die Haare bei turgescirender Haut weich und glänzend, bei collabirter Haut dagegen spröde und struppig sind.

Die Hauptbestandtheile des Haares sind Hornstoff und ein gefärbtes Fett (Elain und Stearin), wovon der Hornstoff mehr der Rindensubstanz, das Fett mehr der Marksubstanz angehört; ferner enthalten die Haare Schwefel, Kochsalz, schwefelsauren, phosphorsauren und kohlensauren Kalk, Eisen, Spuren von Mangan und Kieselerde, nach Lear auch Chlormagnesium; die schwarzen Haare enthalten am meisten, die hellen am wenigsten Eisen, während letztere phosphorsaure Talkerde enthalten. Die Farbe der Haare rührt von einem gefärbten, mit Eisen und Schwefel verbundenen Oele oder Fett her, welches nach Vauquelin in blonden oder rothen Haaren rothgelb, in schwarzen Haaren dagegen graulichschwarz gefärbt ist, wie er auch mehr Eisen in den schwarzen Haaren fand, als in den hellgefärbten. Da nun Stearin als weißes, crystallisirendes Fett so gut aus schwarzen, als aus weißen Haaren gezogen werden kann, so muß dieses farbgebende Oel Elain sein. Mangel an diesem Oele färbt im Alter die Haare grau, während nach Vauquelin die Ausdünstung einer sauren, oder das Pigment dieses Oels überhaupt angreifenden Flüssigkeit die Haare entweder plötzlich, oder wenigstens vor der Zeit weiß macht.

Nägel. Die Nägel sind durchscheinende, harte, gebogene Hornplatten und haben eine Spitze, einen Körper und eine Wurzel, mit welch' letzterer sie in einem, fast 2''' tiefen Falze der Lederhaut stecken, und in diesem Falze, der eigentlichen Bildungsstätte des Nagels, liegen kleine, gefäßreiche Papillen, welche, wenigstens theilweise, den Nagelstoff absondern, soweit nehmlich der Nagel in die Länge

wächst; da derselbe aber nicht nur in die Länge, sondern auch in die Dicke wächst, so trägt hiezu die unter dem Nagel liegende, gefäß- und papillenreiche Oberfläche der Lederhaut bei. Auch nach Gurlt erfolgt die Absonderung der Anfangs flüssigen Hornsubstanz der Nägel sowohl von der Furche aus, in welcher der Nagel steckt, als auch von der, unter dem Körper des Nagels liegenden Fläche der Lederhaut aus, und die an beiden Orten liegenden Papillen haben nach ihm eine große Aehnlichkeit mit den Gefühlswärzchen, da sie dieselbe conische Form und dieselben Gefäßschlingen wie diese haben. Weil nun die Ausscheidung und Anbildung des Nagelstoffs von zwei Seiten zugleich erfolgt, so muß dieses zum Zweck der normalen Nagelbildung von beiden Seiten in gleichem Grade geschehen; wenn aber die Thätigkeit der Matrix auf einer Seite krankhaft erhöht ist, so muß natürlich das Wachsthum des Nagels von dieser Seite aus stärker sein, wie man dieses Wachsthum in die Dicke besonders an den Nägeln der Zehen oft abnorm trifft.

Der Nagel hat dieselbe Substanz, wie die Epidermis, nur ist er härter, dicker und spröder, welches Letztere nach Lauth von einem gewissen Gehalt an phosphorsaurem Kalk herkommt; die den Nagel bildenden Zellen sind etwas kleiner, als die der Oberhaut, liegen schichtenweise übereinander und zeigen selten einen Kern, was namentlich von den ältern, platten Zellen gilt, während nach Krause die jüngsten, weichen und mehr rundlichen Zellen deutlich einen runden Kern zeigen. Auch der Nagel hat seine Epidermis, welche nach verschiedenen Beobachtern über den Rand des Nagels hinausreicht, sich hier umbiegt und mit dessen unterer Fläche verschmilzt.

Die Substanz der Zähne endlich besteht aus ähnlichen Bestandtheilen, wie die Knochensubstanz überhaupt, indem sie eine organische Grundlage, welche durch Kochen leicht in Leim verwandelt wird, und außerdem die Kalksalze der gewöhnlichen Knochen enthält, nur in etwas veränderten Verhältnissen, da die Zahnsubstanz mehr erdige und weniger thierische Stoffe und verhältnißmäßig mehr phosphorsauren Kalk, als kohlensauren enthält. Zähne.

Mit Ausnahme der Zähne, welche, einmal recht gebildet, ein gewisses Beharrungsvermögen zeigen, und also weniger Veränderungen unterworfen sind, können wir also die Epidermis, die Haare und die Nägel mit Recht zu den Ausscheidungsstoffen des

menschlichen Organismus zählen, indem sie auf der einen Seite in einem unaufhörlichen, auffallend schnellen Wachsthume begriffen sind, auf der andern Seite aber, ohne daß irgend ein Bestandtheil derselben resorbirt und ins Blut zum Zweck anderseitiger Ausscheidung gebracht wird, auf verschiedene Weise entfernt werden, und durch sie also, wie wir gesehen, eine nicht unbeträchtliche Menge von Hornstoff, Elain, Stearin, Wasser, Kochsalz, milchsaure, phosphorsaure uud schwefelsaure Alkalien, phosphorsaure und schwefelsaure Erden, Kieselerde, Mangan und Eisen ausgeschieden wird.

Brustdrüsen. Wir kommen nun zu einem Secrete des thierischen Organismus, welches nur auf den weiblichen Organismus beschränkt ist, auch hier nur auf unbestimmte Zeit vorkommt und in soferne nicht absolut nothwendig zum normalen Fortbestehen des Stoffwechsels im weiblichen Organismus ist, als es das ganze Leben hindurch ausbleiben kann, ohne den Stoffwechsel im Geringsten zu beeinträchtigen.

Bekanntlich gibt während der Schwangerschaft das Blut des mütterlichen Organismus dem im Uterus befindlichen Embryo aus seinen Gefäßen die nöthigen Ernährungsstoffe ab, welche Abgabe aber mit der Geburt aufhört und dafür in den Brustdrüsen die Secretion der Milch eingeleitet wird, wodurch dieselben Stoffe, die früher dem Embryo durch die Blutgefäße des Uterus zugeführt wurden, hier zu Milch verarbeitet werden, um nun dem geborenen Kinde als Nahrung zu dienen.

Die an der vordern Thoraxwand des Weibes gleich unter der Haut sich befindlichen Brüste bestehen aus einem Complexe von traubigen Drüsen von länglich-runder, mehr oder weniger unregelmäßiger Gestalt, welche, ohngefähr 18 — 20 an der Zahl, durch Bindegeweb zu einer compacten Masse vereinigt und oben von einem starken Fettpolster überzogen sind, wodurch die Brüste ihre Form und ihre ebene Oberfläche erhalten. Jede einzelne dieser Drüsen hat einen traubenförmigen Bau und besteht aus secundären und tertiären Läppchen, die wieder aus Bläschen, als den letzten Drüsenelementen, zusammengesetzt sind. Jede einzelne Drüse besitzt einen Ausführungsgang für sich, welcher nach Funke isolirt in der Brustwarze in die Höhe steigt, unterhalb der Warze aber, im Warzenhof, zu einem kleinen Säckchen anschwillt und sich dann an der Oberfläche der Brustwarze nach Außen öffnet. Jeder solche

Ausführungsgang der einzelnen Drüsen entsteht aber dadurch, daß aus jedem feinsten Aestchen ein Würzelchen entspringt, auf dem die Drüsenbläschen aufsitzen, welche dann durch Zusammentreten, von den feinsten zu immer gröbern, den Ausführungsgang bilden. Die an den feinsten Wurzeln des Ausführungsgangs befindlichen Drüsenbläschen, also die Uranfänge der Milchgänge, bestehen aus einer, mit einem zarten Capillargefäßnetz umsponnenen Membran, welche an ihrer innern Seite mit einem Epithelium von rundlichen, kernhaltigen Zellen überzogen ist.

Bei der Frage über die Entstehung der Milch kommen wir wieder auf die allgemeine Quelle aller Secreta, nehmlich auf das Blut zurück. Daß die in der weiblichen Brust abgesonderte Milch auch hier seine Quelle hat, unterliegt wohl keinem Zweifel, nur fragt es sich dabei: sind alle Bestandtheile der Milch schon präformirt im Blute vorhanden, so, daß sie unverändert aus den, jene Bläschen umspinnenden Blutgefäßen in die Höhlen dieser, den ersten Anfang der Milchgefäße bildenden Bläschen übertreten, wie z. B. der Harn in die Harnröhrchen, oder werden die organischen Bestandtheile der Milch erst während des Uebergangs oder in diesen Bläschen aus ihnen nahe verwandten Blutstoffen gebildet? Was nun zunächst die anorganischen Bestandtheile der Milch betrifft, so findet man diese alle im Blute, so, daß nur ein einfacher Uebergang derselben aus den Capillargefäßnetzen in die genannten Bläschen nöthig ist; dasselbe gilt auch von den Fetten, welche man alle, auch die flüchtigen Fettsäuren, schon gebildet im Blute trifft. Nur ein Stoff der Milch ist im Blute noch nie nachgewiesen worden, nehmlich der Milchzucker; dagegen kommt, wie wir früher gesehen, der Traubenzucker als constanter Bestandtheil im Blute vor, so, daß wir annehmen müssen, daß der Milchzucker erst in den Anfängen der Milchdrüsen, und zwar aus dem Traubenzucker durch Abgabe von zwei Atom Sauerstoff und Wasserstoff gebildet werde, worauf zum Theil auch ein Versuch von Becker hinweist, welcher fand, daß, um unveränderten Zucker in den Harn zu treiben, bei säugenden Kaninchen weit mehr Zucker in das Blut injicirt werden mußte, als bei eben so großen, nicht säugenden weiblichen oder bei männlichen Kaninchen, und zwar ohne daß eine entsprechend größere Zuckerquantität im Blute nachzuweisen war, so, daß also der weiter injicirte Zucker zur Milchbildung verwendet wurde.

Was nun den Eiweißstoff der Milch, das Casein, betrifft, welcher nach Moleschott und Andern im Blute enthalten ist und also unverändert durch die Capillargefäße in die Anfänge der Milchgänge übertritt, so muß ich hier bemerken, daß sein Vorkommen im Blute, wie wir früher schon gesehen, noch immer mehr oder weniger zweifelhaft ist und namentlich Scherer und Lehmann dessen Auftreten im Blute geradezu widersprechen und behaupten, daß der bisher für Casein im Blute erklärte Stoff ein alkalifreies Albumin sei, mit dem er sowohl seiner Darstellung als seinem chemischen Verhalten nach am meisten übereinstimmt, und es bisher überhaupt noch nicht gelang, für die Identität des Blutcaseins mit dem in der Milch enthaltenen chemische Beweise zu liefern, so, daß wir wohl annehmen müssen, daß ein Eiweißstoff aus dem Blute in die Zellen der Drüsenbläschen der Anfänge der Milchgänge übertritt, hier aber erst eigentlich die Constitution des Milchcaseins erhält.

Bei der Betrachtung der Milchdrüsen zur Lactationszeit sieht man nach Funke, daß die Zellen der Milchdrüsen sich mit Fett füllen und die mit Fett gefüllten Zellen durch den secernirten Intercellularsaft allmählig vorwärts in die Ausführungsgänge getrieben werden, während in den Drüsenbläschen neue Zellen nachwuchern und sich wieder mit Fett füllen. Auf dem Wege durch die Ausführungsgänge gehen nun Zellenmembran und Zellenkerne zu Grunde, und die dadurch frei gewordenen Fetttröpfchen des Zelleninhalts werden zu freien Milchkügelchen, nachdem sie sich entweder vor dem Freiwerden oder nachträglich in der Milchflüssigkeit mit einer Eiweißschichte umhüllt haben. Im Colostrum scheint nach Funke die Befreiung und Isolirung des Fettinhalts der Zellen nicht vollständig zu sein, daher die Colostrumkörperchen als zusammenhängend gebliebener Zelleninhalt erscheinen, während einzelne wirklich noch von der ihnen angehörigen Zellenmembran umgeben sind.

Wir sehen also, daß nicht alle Stoffe der Milch schon völlig gebildet im Blute vorhanden sind, so, daß man nicht, wie die Bildung des Harns, auch die Milchbildung in einem einfachen Durchgehen dieser Stoffe suchen kann; wir müssen vielmehr annehmen, daß wenigstens eine theilweise Umwandlung der aus dem Blute übergegangenen Stoffe in den die Drüsenbläschen aus=

kleidenden Zellen vor sich geht, und die sich also namentlich auf den vom Blute übergegangenen Eiweißstoff und den Traubenzucker erstreckt.

Da nun der im Uterus eingeschlossene Embryo zu seiner Ernährung Eiweißstoffe, Fette, Zucker und anorganische Stoffe nöthig hat, und diese ihm nur durch das Blut der Mutter zugeführt werden können, so findet also im schwangern Zustande des mütterlichen Organismus eine doppelte Ernährung statt, welche natürlich auch, wenn nicht die eine oder die andere Noth leiden soll, eine entsprechende Vermehrung der Nahrungsaufnahme fordert. Nach der Geburt aber hört die, während der Schwangerschaft nöthige Abgabe des Bluts an Ernährungsstoffen an den im Uterus eingeschlossenen Embryo plötzlich auf, und an ihrer Stelle wird nun in den Milchdrüsen ein Secretionsprozeß eingeleitet, welcher dieselben, vorher zur Ernährung des Fötus verwendeten Stoffe, nun zur Milchbildung benützt.

Den mikroskopischen Untersuchungen zufolge ist die Milch eine Emulsion zahlreicher glänzender Kügelchen in einer klaren, durchsichtigen Flüssigkeit, und diese Kügelchen sind es auch, welche der Milch ihre weiße Farbe ertheilen. Diese Milchkügelchen sind nach Funke sphärische, das Licht stark brechende und daher schwarz contourirte, glänzende Körperchen von $^1/_{200}$ — $^1/_{600}$''' Durchmesser. Diese Kügelchen sind zwar von verschiedener Größe, jedoch sind, wie aus Funke's schönen Abbildungen zu sehen ist, die größern durchschnittlich seltener. Auf den ersten Anblick erscheinen diese Kügelchen auch unter dem Mikroskop als Fetttröpfchen; setzt man aber verdünnte Essigsäure zu, so sieht man, daß jedes dieser Fetttröpfchen von einer, aus einer Eiweißsubstanz gebildeten Hülle umschlossen ist, weil die zugesetzte Essigsäure diese Hüllen auflöst, so, daß man das Fett aus denselben in Tröpfchen herausfließen sieht, welches dann theilweise zusammenfließt und größere, unregelmäßige Fettklümpchen bildet. *) In der unmittelbar nach der Geburt abgesonderten Milch, dem sogenannten Colostrum, beobachtet man, daß die gewöhnlichen Milchkörperchen etwas größer, aber in geringerer Menge vorhanden sind; daneben sieht man aber die sogenannten

---

*) Dieß geschieht übrigens auch durch Stehenlassen der Milch, wodurch nach einigen Tagen der Milchzucker in Milchsäure verwandelt wird.

Colostrumkörperchen, nehmlich größere und kleinere runde Conglomerate feiner Fetttröpfchen, welche durch eine eiweißartige Substanz zu runden oder länglich-runden Häufchen verbunden sind, ohne daß sie aber eine besondere Hüllenmembran haben, und welche oft, mit größern oder kleinern Milchkügelchen gemengt, in großen Haufen zusammenliegen, während man im Colostrum übrigens oft auch die eigentlichen Milchkörperchen zu Häufchen zusammengeklebt findet. Die Art und Weise der Bildung der Colostrumkörperchen haben wir weiter oben gesehen, wobei nur noch zu bemerken ist, daß diese Formen nach Lehmann auch bei acuten Krankheiten der Stillenden, also oft länger nach der Geburt noch auftreten.

Neben den genannten normalen Bestandtheilen enthält übrigens die Milch manchmal auch zufällige, welche theils von der Nahrung, theils von Medicamenten herstammen, und, von der Mutter aufgenommen, auch in die Milch übergehen, wie z. B. Jodcalium, dann Farbstoffe und Riechstoffe. So beobachtet man auch bei Kühen oft rothe Milch, welche ihre Farbe von einem aufgenommenen rothen Pflanzenfarbstoff erhält, und am deutlichsten hervortritt, wenn man Färberröthe unter das Futter mischt, welche bekanntlich nicht nur die Milch, sondern auch bei längerer Dauer die Knochen roth färbt.

Milch. Die Frauenmilch ist der Milch der übrigen Säugethiere ähnlich, nur ist ihr Gehalt an Butter und Casein etwas geringer, dagegen ist sie reicher an Milchzucker und enthält mehr Wasser, als die übrige Milch. Die Bestandtheile der Frauenmilch sind, wie wir so eben gesehen, Casein, Butter, Milchzucker und anorganische Bestandtheile. Das Casein ist theils gelöst, theils ungelöst in der Milch enthalten, und nach Scherer wird dasselbe nur durch das mit ihm verbundene Alkali gelöst in der Milch erhalten, und die Milch gerinnt auch, wenn die durch Einwirkung des Caseins auf dem Milchzucker entstandene Milchsäure das Alkali des Caseins sättigt; während aber der größte Theil des Caseins in der Milch auf die eben genannte Art gelöst erhalten wird, kommt ein Theil davon doch ungelöst in der Milch vor und bildet die Hüllen der fetthaltigen Milchkörper, die wir so eben näher beschrieben.

Die Milch enthält ferner auch Epitheliumblättchen, und nach Simon, Moleschott und Nasse enthält das Colostrum viel

Eiweiß und wenig Casein, auch weniger Fett als die spätere Milch, sowie nach Nasse die Colostrumkörperchen bei denjenigen Frauen früher verschwinden, welche schon mehrmal geboren haben, als bei Erstgebärenden.

Die Fette der Butter sind hauptsächlich Elain und Margarin, und Bromeis fand in der Butter 68% Margarin und 30% Elain, während die übrigen zwei Prozent beim Verseifen Buttersäure und noch drei andere flüchtige Säuren, nehmlich Caprinsäure, Caprylsäure und Capronsäure liefern, welche nach Lerch dieselben Aequivalente Sauerstoff enthalten und nur durch ihren Gehalt an Kohlenstoff und Wasserstoff verschieden sind, indem die erste am meisten Kohlenstoff und Wasserstoff enthält, die letzte am wenigsten, während die zweite in dieser Beziehung zwischen diesen beiden in der Mitte steht.

Neben dem Casein und Fett enthält die Milch auch Milchzucker ($C^{12}$ $H^{12}$ $O^{12}$), welcher sich durch Einwirkung des Caseins in Milchsäure verwandelt und so die Milch zum Gerinnen bringt. Die anorganischen Bestandtheile der Milch sind phosphorsaures Cali, phosphorsaurer Kalk und Chlorkalium; dann enthält sie noch Chlornatrium, kohlensaures Alkali, phosphorsaure Bittererde, phosphorsaures Eisenoxyd und etwas Kieselerde; nach Chatin auch Jod; außerdem viel Kohlensäure.

Da in der Milch die Eiweißkörper durch Casein, die Fette durch Butter, die Fettbildner durch Milchzucker vertreten sind, und sie außerdem die wichtigsten Blutsalze enthält, so muß sie die tauglichste Nahrung für den Neugebornen sein, weil sie außer den drei Hauptklassen der organischen Nahrungsstoffe auch alle anorganischen Stoffe enthält, die die wichtigsten Gewebebildner für den Körper sind.

Weil übrigens sich alle Absonderungen nach dem Blute richten, so muß natürlich auch die Nahrung von entschiedenem Einfluß auf die Beschaffenheit der Milch sein, woher es kommt, daß die Bestandtheile der Milch innerhalb weiter Grenzen schwanken, so, daß Simon bei einer großen Reihe von Analysen folgende Maxima und Minima in der Frauenmilch fand:

| | Maximum: | Minimum: |
|---|---|---|
| Casein . . . . . . . . . | 4,25 | 1,96 |
| Milchzucker . . . . . . . . | 6,24 | 3,92 |

| | Maximum: | Minimum: |
|---|---|---|
| Butter . . . . . . . . . . | 5,40 | 0,80 |
| Asche . . . . . . . . . . . | 0,27 | 0,16 |
| Summa der festen Bestandtheile | 13,86 | 8,60 |
| Wasser . . . . . . . . . . | 91,40 | 86,10 |

Als Mittel von 14 Analysen der Milch derselben Frau fand Simon: Casein 3,43, Milchzucker 4,84, Butter 2,53, Asche 0,23, Summa der festen Bestandtheile 11,64 und Wasser 88,36; während L'Heretier nur 1,30 Casein, 7,80 Milchzucker, 3,65 Butter, 0,45 Asche, 14,20 feste Bestandtheile und 85,80% Wasser fand.

Diese wahrhaft auffallende Verschiedenheit der Frauenmilch bezüglich ihrer drei Hauptbestandtheile, des Caseins, der Butter und des Milchzuckers, rührt von der Nahrung her, und wirklich haben Versuche in dieser Beziehung auf's Entschiedentste dargethan, daß stickstoffreiche Nahrung nicht nur die Menge der Milch überhaupt, sondern auch die Menge der Butter darin vermehrt; bei Fleischnahrung wird das Casein und der Buttergehalt der Milch vermehrt, der Zuckergehalt dagegen vermindert, wie auch Simon und Dumas fanden, daß bei absoluter Fleischnahrung der Zucker aus der Milch von Hunden verschwand, während das Casein zunahm. Nahrhafte Fleischkost mit Reis und Kartoffeln, also Fettbildner, bereichert die Milch in ihren Hauptbestandtheilen, während sie bei rein vegetabilischer Kost daran verarmt. Eine vorherrschend Fettbildner enthaltende Nahrung vermehrt auch den Zuckergehalt der Milch.

Nach Lehmann sondern die Kühe bei stetem Aufenthalte im Stalle Milchsäure in ihren Milchdrüsen ab, sowie auch schlechtes Futter die Milch sauer macht; ebenso fand Moleschott das Colostrum und die Milch von im Stalle gefütterten Kühen, und zwar unmittelbar nach dem Melken, stark sauer.

Von welch' hoher Wichtigkeit es für die Ernährung des Neugebornen ist, daß die stickstofflosen Bestandtheile der Milch zu dem darin enthaltenen Casein in einem gewissen Verhältnisse stehen, werden wir später sehen; daß das quantitative Verhältniß dieser Bestandtheile der Milch einzig und allein durch die Nahrung bedingt ist, haben wir gesehen, und sind dadurch in den Stand gesetzt, durch eine passende Aenderung der Nahrung auf den erforderlichen Gehalt der Mutter- oder Ammenmilch an Casein und stickstofflosen Bestandtheilen einzuwirken.

Wie die Milch in der weiblichen Brust, so wird auch der Saamen in den Hoden, und zwar ebenfalls aus dem Blute abgesondert. Die weiche, röthlichbraue, leicht zerreißbare Substanz des Hodens besteht nach Lauth aus gewundenen Saamenröhrchen, zwischen welchen sich Blut- und Lymphgefäße und Nerven verbreiten. Diese Röhrchen, Gefäße und Nerven sind durch Zellstoff zu vielen (100—200) Läppchen (lobulis) verbunden, welche durch die von der Albuginea ausgehenden Fortsätze von einander geschieden werden und von der Peripherie des Hodens nach dem hintern Rande gegen das corpus Highmori hin liegen. Aehnlich, wie bei den Nieren, kann man auch in den Hoden zwei Substanzen unterscheiden, eine Rindensubstanz, in welcher die Saamenröhrchen kurze Windungen machen, und welche besonders mit Capillargefäßnetzen durchwebt ist, und eine Röhrensubstanz, in welcher die aus den Läppchen ausgetretenen Saamenröhrchen mehr gerade verlaufen. Diese geraden Saamenröhrchen bilden dann, nachdem sie in das corpus Highmori eingetreten, wo sie häufig anastomosiren, ein Netz von dichtern Saamenröhrchen, das sogenannte rete vasculosum Halleri. Nachdem sich nun dieselben in diesem Netze zu 10—15 Kanälchen (vascula efferentia) vereinigt, durchbohren sie am obern Ende des corpus Highmori die Albuginea und treten in den Kopf des Nebenhodens. Alle diese Kanälchen vereinigen sich, nachdem vorher jedes derselben durch zahlreiche Windungen einen kegelförmigen Strang (conus vasculosus Halleri) gebildet, im Nebenhoden zu einer einzigen, 20—30' langen und $^1/_{10}$—$^1/_6$''' dicken Röhre (canalis Epididymis), die in dem Kopf des Nebenhodens entsteht, und dann unter vielen, durch Zellgeweb verbundenen Windungen sich zum Schwanze herabschlängelt, hier dicker wird, weniger Windungen macht und sich dann, an Dicke immer zunehmend, vom Schwanze des Nebenhodens aufwärts schlägt und in den Saamenleiter übergeht. Saamen.

Die Saamenröhrchen, canaliculi seminales, sind weißliche, an ihrer freien Oberfläche mit Cylinderepithelium bekleidete, sehr dünnhäutige Röhrchen, die nach Lauth einen Durchmesser von $^1/_{150}$—$^1/_{220}$''' haben, nach Müller von 0,00478''', und nach diesem mit blinden Enden, wie die Harncanälchen, beginnen, während sie nach Lauth sich schlingenartig mit einander verbinden. Ihre Zahl beträgt nach Lauth 840, von denen jedes 1—2 Fuß lang ist, so, daß die ganze Länge derselben ohngefähr 1750 Fuß beträgt. Auf

den Wandungen dieser Saamenröhrchen verzweigen sich die feinsten Blutgefäße, die 15mal dünner als die Saamenröhrchen selbst sind, und aus diesen wird dann, und zwar in der ganzen Ausdehnung der Saamenröhrchen, der Saamen aus dem Blute abgesondert.

Der auf diese Weise in den Hoden abgesonderte Saamen, welcher vor seiner Ausspritzung aus dem Penis noch mit dem Secrete der Prostata, der cowperschen Drüßen und der Schleimhaut der Saamenbläschen und der Harnröhre vermischt wird, stellt eine dickflüssige, weißliche, klebrige und fadenziehende Flüssigkeit dar mit eigenem thierischen Geruch und scharfem Geschmack, reagirt alkalisch, ist schwerer als alle andern thierischen Flüssigkeiten und in kaltem und heißem Wasser unlöslich. Er enthält nach Vauquelin 90% Wasser, 6% Spermatin und eine eigene, von Eiweißstoffen abgeleitete, extractivartige Materie, welche sich in kaltem Wasser löst, wobei die Lösung beim Kochen nicht gerinnt, und außerdem noch Schleimkörperchen, Epitheliumblättchen und Saamenthierchen enthält. Ferner enthält der Saamen noch phosphorsauren Kalk, phosphorsaure Bittererde, Chlormagnesium und nach Lehmann immer etwas Natronalbumiat, sowie endlich eine sehr große Menge Saamenthierchen, spermatozoa. Diese Spermatozoiden, welche einen ovalen, gelblichen, vornen etwas zugespitzten, $^1/_{600}$—$^1/_{530}$''' langen, $^1/_{800}$''' breiten und $^1/_{1060}$''' dicken Kopf haben, welcher nach hinten in einen spitzig endenden, dünnen, $^1/_{260}$—$^1/_{160}$''' langen Schwanz übergeht, bewegen sich lebhaft, indem sie theils, gleich Schlangen, fortschießen, theils den Schwanz lebhaft hin- und herbewegen, bald da-, bald dorthin schießen und einander ausweichen. Sie finden sich nur in fruchtbarem Saamen, daher nie bei unreifen Knaben und Greisen, sowie nicht bei Maulthieren, welche in der Regel unfruchtbar sind, kommen bei Thieren überhaupt nur zur Zeit der Brunst vor, und sie sind es, welche hauptsächlich zur Befruchtung des Eies beitragen. Einige Forscher, wie Henle und Kölliker, halten sie nur für eine Art von Elementartheilchen des Organismus und nicht für selbstständig belebte Wesen, und nennen sie demzufolge nicht Saamenthierchen, sondern Saamenfäden. Ueber ihre Entstehung beim Menschen spricht sich Wagner auf folgende Art aus: Bei vermehrter Turgescenz des Hodens entstehen deutliche, runde, durchsichtige Blasen, die zuerst einen, dann mehrere (bis auf 10) Kerne haben; diese Kerne sind blasse, zarte,

granulirte Kugeln, welche wachsen (und zwar von $1/_{150}$ — $1/_{50}$''') und zwischen den einzelnen Kernkugeln innerhalb der Blase bilden sich fein granulirte Niederschläge, wobei die Kugeln verschwinden und lineare Gruppirungen entstehen, die sich bald als Bündel von Saamenthierchen, und zwar schon mit etwas spiralen Enden, kenntlich machen. Die Blasen werden nun oval, die Kugeln verschwinden, der körnige Inhalt nimmt ab und die gewachsenen Saamenthierchen liegen umgebogen in der Blase, wobei ihre spiralförmigen Enden schon deutlich zu erkennen sind. Die zarte Hülle zieht sich nun enger über die Saamenbündel zusammen, so, daß sie dieselben vorn an den spiralförmigen Enden birnförmig umkleidet, während sie am andern Ende vielleicht schon offen ist. Die, oft knieförmig gebogenen Blasen strecken sich gerade und haben nun ihre volle Größe erreicht. Die Saamenbündel drehen sich auf wie ein Seidenfaden und zeigen jetzt öfters schon Bewegung. Nach Platzung der Hülle gelangen die Saamenthierchen in das vas deferens, wo sie kräftiger und stärker werden.

Schon der Umstand, daß diese Spermatozoiden bei Knaben, Greisen und denjenigen Thieren fehlen, welche nicht fruchtbar sind und doch Saamen bereiten, wie bei Maulthieren, und daß sie bei den übrigen Thieren nur während der Brunstzeit vorkommen, ist ein Beweis für ihre Wichtigkeit bei der Befruchtung. Schon Spalanzani hat dargethan, daß Ei und Saamen zum Zweck der Befruchtung mit einander in Berührung kommen müssen, und im gegenwärtigen Augenblicke ist diese Ansicht allgemein geltend, nur handelt es sich jetzt um die Entscheidung der Fragen: genügt die einfache Berührung der im Saamen enthaltenen Spermatozoiden mit dem Ei, oder ist das wirkliche Eindringen derselben in das Innere des Eies zur Befruchtung erforderlich, wobei dann, im Falle dieses Eindringen als wirklich nothwendig angenommen wird, noch festzustellen wäre, ob dieses Eindringen durch einfache Durchbohrung des Eis, oder mittelst einer Micropyle erfolgt.

Wenn nun auch schon früher Prevost, Dumas und Barry am Ei eine, für das Eindringen der Spermatozoiden bestimmte Oeffnung beobachtet haben wollten, so konnten damals diese Beobachtungen keine neue Theorie der Befruchtung hervorrufen, weil andere Forscher eine solche Oeffnung nicht beobachteten und man in die Angaben der genannten drei Beobachter überhaupt ein Miß=

trauen setzte. Im Jahre 1852 entdeckte Johannes Müller in der Eihaut eines Holothurien=Eis einen trichterförmigen Kanal, und Keber und Leukart haben an Najaden=Eiern einen gestielten, hohlen Fortsatz beobachtet; allein die hierauf gegründete Theorie wurde von Bischof, Remak und Bruch, als theilweise auf Täuschung beruhend, angegriffen, bis im Jahre 1854 G. Meißner das Vorkommen von Spermatozoiden im Innern des befruchteten Kanincheneies nachwies, dabei aber nicht im Stande war, eine Micropyle aufzufinden. Auch Bischof beobachtete Spermatozoiden im Innern des Eies von Säugethieren, sagt aber dabei, daß diese Spermatozoiden im Stande seien, sich in die gallenartige Hülle der Eier einzubohren, und er, wie Andere, haben im Eiweiß des Säugethier=Eies eine reichliche Menge von Spermatozoiden beobachtet, deren Vorkommen daselbst man sich wohl durch Einbohren dieser Thiere erklären kann; allein das Eindringen derselben durch die eigentliche Dotterhaut in das Innere des Eies konnte auch Bischof nicht beobachten.

Daß Spermatozoiden im Innern des Eies beobachtet wurden, ist also richtig; ob aber ihr Eindringen bis dahin zur Befruchtung absolut nöthig ist, bleibt im gegenwärtigen Augenblick noch unentschieden; denn auf der einen Seite ist die Zahl derjenigen Saamenthierchen, welche wirklich bis dahin gelangen, verschwindend klein, gegen die Anzahl derer, welche in der Eiweißschichte zurückbleiben, und auf der andern Seite macht der Umstand die Sache doch etwas zweifelhaft, daß von der Unzahl von Frosch= und Fischeiern in kürzester Zeit beinahe alle befruchtet werden, was doch wohl schwerlich der Fall sein dürfte, wenn das Durchbringen der Spermatozoiden durch die Dotterhaut absolut nothwendig wäre, da bei den Froscheiern das Dasein einer Micropyle noch sehr im Zweifel steht. Bei den Fischeiern ist dieses allerdings jetzt nicht mehr zweifelhaft, seitdem namentlich Bruch in Basel in dieser Beziehung sehr interessante Beobachtungen gemacht, indem er zuerst an den Eiern von Salmo fario, und zwar an unbefruchteten wie an befruchteten, in der Entfernung von 1 — 2 Linien neben dem Embryonalfleck, aber nie auf oder über ihm, einen punktförmigen, einer leicht beschatteten Vertiefung ähnlichen Fleck, und zwar nur einen an jedem Ei, wahrnahm, wobei die microscopische Untersuchung nachwies, daß dieser Punkt wirklich eine Oeffnung, und zwar kein einfaches

Loch, sondern ein, $^1/_5$—$^1/_6$''' langer Kanal war, welcher die ganze Eihaut senkrecht durchbohrte und an seinen beiden Enden trichterförmig erweitert war. In der Mitte der Haut aber verengerte sich dieser Kanal so, daß seine engste Stelle nicht über 0,002—3''' betrug, und er also im eigentlichen Sinne Capillar genannt werden kann, woraus sich nach Bruch erklärt, warum im Leben kein Wasser eindringt, und den Inhalt des Eis gerinnen macht.

Außer bei der gemeinen Forelle beobachtete Bruch eine solche Oeffnung auch an der Eihaut des eigentlichen Salm, salmo salar, beim Hecht und beim Karpfen, cyprinus nasus. Beim Karpfen ist nach ihm die Oeffnung ganz ähnlich wie bei den Salmenarten, während sie beim Hecht mehr die Form eines Loches hat. Dieselbe Beobachtung machten zum Theil auch an andern Fischen Bischof und Leukart, so, daß das Vorkommen von Micropylen an den Eiern aller Knochenfische jedenfalls sicher zu sein scheint. Bezüglich des Verhaltens der Eier an andern Thierarten ist in dieser Beziehung die Beobachtung von Leukart wichtig, welcher das Eindringen von Spermatozoiden durch die Micropyle des Insekteneies sah.

Nun ist allerdings bei den Fischen nur das Dasein einer Micropyle festgestellt, aber der Beweis noch nicht geliefert, daß die Saamenthierchen wirklich durch diese Micropyle eindringen, eine Beobachtung, welche wirklich sehr schwer, wo nicht unmöglich zu sein scheint, da es äußerst schwer hält, diese Thiere wegen ihrer Kleinheit einzeln zu verfolgen und so das wirkliche Eindringen durch die Micropyle zu beobachten, und zwar bei Fischen um so schwerer, als gerade hier die kürzeste Zeit des Contactes des Eies mit der Saamenflüssigkeit genügt, um das Ei zu befruchten, und es also fast an Unmöglichkeit grenzt, den richtigen Augenblick unter dem Mikroskope zu treffen. Allein auf der einen Seite ist das Dasein einer Micropyle einmal erwiesen und ihrem Vorhandensein nicht leicht ein anderer Zweck unterzuschieben, und auf der andern Seite spricht die oben berührte Beobachtung von Leukart bei dem Insektenei wirklich dafür.

Jedenfalls sind zur förmlichen Begründung dieser Theorie noch Beobachtungen an den Eiern der übrigen Wirbelthiere nothwendig, was zum Theil schon von Bruch, Bischof und Leukart geschehen, wobei es aber keinem dieser Beobachter gelang, an den

Eierstockeiern von Fröschen, Vögeln und Säugethieren eine Micropyle nachzuweisen, weswegen Bruch sich zu der Ansicht hinneigt, daß es möglich wäre, daß bei diesen Thierklassen die Micropyle nur vorübergehend, etwa während des Durchgangs des Eies durch den Eileiter, vorhanden wäre, also in einer Periode, in welcher das Ei selten zur Untersuchung kommt. Obgleich nun allerdings das Auffinden von Micropylen an den Eiern der Säugethiere, Vögel und Amphibien diesem Gesetz eine allgemeine Gültigkeit verschaffen würde, so spricht das Auffinden derselben an einzelnen Thierklassen doch für die Wahrscheinlichkeit, daß bei denjenigen Eiern, in deren Innern man Spermatozoiden, an deren Haut aber keine Micropyle fand, diese Letztern bis jetzt übersehen wurden.

# V. Entwicklung der thierischen Wärme im menschlichen Organismus.

Die Ansicht, daß die Wärme im Thierkörper durch das Athmen, und zwar analog der Verbrennung, erzeugt werde, wurde zuerst von Mayon aufgestellt und von Lavoisier und Laplac bestätigt, bis die Untersuchungen von Dulong und Desprez die Sache wieder in Zweifel stellten und bei verschiedenen Physiologen die eben so veraltete, als falsche Ansicht auftrat, daß der Nerveneinfluß die thierische Wärme hervorrufe. Liebig endlich brachte die frühere Ansicht erst eigentlich zur Geltung, indem er die Wechselwirkung der Bestandtheile der Speisen und des durch die Blutzirkulation im Körper verbreiteten Sauerstoffs als die Quelle der thierischen Wärme bezeichnete. Daß nun die Gegenwart von Sauerstoff eine nothwendige Bedingung der Eigenwärme ist, erhellt allerdings schon daraus, daß diese lediglich nur in jenen Körpertheilen erzeugt wird, welchen arterielles Blut, und mithin Sauerstoff, zuströmt, weswegen Nägel, Haare und Federn keine Eigenwärme besitzen. Nach Liebig tritt der größte Theil des täglich durch die Nahrung eingenommenen Kohlenstoffs und daneben viel Wasserstoff als Kohlensäure und Wasser aus dem Körper, was übrigens nur zum Theil richtig zu sein scheint, und Moleschott macht mit Recht darauf aufmerksam, daß, da der Sauerstoff im thierischen Körper sich mit so verschiedenen Stoffen verbindet, und der eingeathmete Sauerstoff nur zum Theil in der ausgeschiedenen Kohlensäure und Wasser enthalten ist, die Quantität dieser ausgeschiedenen Kohlensäure und Wassers daher kein richtiger Maaßstab der thierischen

Wärmeentwicklung sein könne. Wenn nun Dulong und Despretz aus der Menge der von den Thieren ausgeschiedenen Kohlensäure und des Wassers $^{7}/_{10}$ — $^{9}/_{10}$ der erzeugten Wärme erklären zu können glaubten, so ist dieses in soferne zu hoch, als, wie Moleschott ganz richtig bemerkt, der schon vorher neben dem Kohlenstoff und Wasserstoff in den Gewebebildnern vorhandene Sauerstoff nicht mit in Rechnung gebracht werden konnte, da in der ausgeathmeten Kohlensäure nicht nur der von Außen eingeführte Sauerstoff, und dieser nur zum Theil, sondern auch ein Theil desjenigen Sauerstoffs enthalten ist, welcher schon vor der Verbrennung im Zucker, Eiweiß und Fett vorhanden war und im Körper keine Wärme erzeugte. Dieser Umstand hat nun allerdings auf die Sauerstoffaufnahme, oder vielmehr auf die Berechnung der Wärmeentwicklung durch Sauerstoffaufnahme, einen entschiedenen Einfluß, und zwar aus dem Grunde, weil bei der Zerlegung eines Gewebebildners in Harnstoff, Kohlensäure und Wasser die hiezu nothwendige Sauerstoffaufnahme verschieden sein muß, je nach der Quantität des schon vorher in den Geweben oder den Gewebebildnern enthaltenen Sauerstoffs. Auf die Wärmeentwicklung selbst aber hat dieser Umstand wenig, oder eigentlich gar keinen Einfluß, und Liebig hat gewiß Recht, wenn er in dieser Beziehung sagt: In welcher Form Kohlenstoff und Wasserstoff sich mit dem Sauerstoff verbindet, ob schnell oder langsam, immer wird eine gewisse Menge Wärme frei, und es ist also nicht nothwendig, daß sich der Kohlenstoff und Wasserstoff direct mit dem Sauerstoff verbindet; denn der Kohlenstoff und Wasserstoff, welcher nicht durch Harn und Stuhl entleert wird, erzeugt bei seiner Verbrennung in Kohlensäure und Wasser eben so viel Wärme, als wenn er direct verbrannt worden wäre, nur mit dem Unterschiede, daß die Verbrennung in reinem Sauerstoffgas schneller vor sich geht und die Temperatur, aber nur für eine bestimmte Zeit, höher wird. Wenn sich also im Körper Sauerstoff mit Kohlenstoff und Wasserstoff zu Kohlensäure und Wasser verbindet, so entsteht unter allen Umständen Wärme, der Sauerstoff mag von Außen herkommen, oder schon vorher in den Geweben enthalten sein; auf die ausgehauchte Kohlensäure und Wasser kann dieses eben so wenig einen Einfluß haben, als auf die erzeugte Wärme, nur wird dadurch, wie ich oben bemerkte, die Berechnung der entwickelten Wärme aus der

Sauerstoffaufnahme gegenüber der Ausscheidung von Kohlensäure und Wasser geradezu unmöglich.

Bei der Untersuchung der Nahrungsbestandtheile von mehreren Soldaten erhielt Liebig das Resultat, daß jeder einzelne durchschnittlich 27,8 Loth Kohlenstoff consumirte und in Kohlensäure verwandelte, und da nun nach Despretz 1 Loth Kohlenstoff bei seiner Verbrennung so viel Wärme erzeugt, um damit 10,5 Loth Wasser von 0° auf 75° zu erwärmen, so würde die durch Verbrennung von 27,8 Loth Kohlenstoff in einem einzelnen Soldaten erzeugte Wärme hinreichen, um 12 Pfund Wasser in Dampf zu verwandeln. Weil ferner die Verbrennung des Wasserstoffs der Nahrungsmittel zu Wasser weit mehr Wärme entwickelt, als die Verbrennung eines gleichen Gewichts Kohlenstoffs, da der Wärmewerth des Wasserstoffs bei der Verbrennung vier Mal so groß ist, als der des Kohlenstoffs, und bei der Körpertemperatur die Verwandtschaft des Wasserstoffs zum Sauerstoff größer ist, als die des Kohlenstoffs, so müßte nach diesem die durch den Verbrennungsprozeß erzeugte Wärme mehr als hinreichend sein zur Erhaltung der constanten Körpertemperatur; allein auf der einen Seite muß man berücksichtigen, daß nicht die ganze Quantität des durch die Nahrung eingeführten Kohlenstoffs zu Kohlensäure und Wasser verbrannt wird, wenigstens nicht in der kurzen Zeit, um aus der Menge des eingeführten Kohlenstoffs und Wasserstoffs und der gleichzeitig ausgeschiedenen Kohlensäure- und Wasser-Menge einen Schluß auf die im Körper erzeugte Wärme machen zu können, da ein großer Theil des genossenen Kohlenstoffs und Wasserstoffs zu Bestandtheilen der Gewebe wird, und diese Stoffe selbst bei der Rückbildung der Gewebe nicht in ihrer Gesammtheit in Form von Kohlensäure und Wasser, sondern auch in Form von Harnstoff und andern Verbindungen ausgeschieden werden. Auf der andern Seite haben die Versuche von Dulong bewiesen, daß weit mehr Sauerstoff eingeathmet wird, als der ausgeschiedenen Kohlensäure und Wasser entspricht, und zwar bei Herbivoren $^1/_{10}$, bei Carnivoren $^1/_5$—$^1/_2$ mehr, ein Beweis, daß der eingeathmete Sauerstoff noch andere Zwecke zu erfüllen hat, als bloß den Kohlenstoff und Wasserstoff der Nahrungsmittel zu Kohlensäure und Wasser zu verbrennen, was ich in diesem Werke früher bei der Blutbildung und Anbildung hinlänglich bewiesen habe. Zudem sind gerade die Erzeugnisse

der Verbrennung der Eiweißkörper, von welchen die Carnivoren eine weit größere Quantität zu sich nehmen, als die Herbivoren, nicht nur Kohlensäure und Wasser, sondern vorzugsweise Harnstoff. Abgesehen aber hievon, haben die Versuche von Dulong und Despretz bewiesen, daß bei den Carnivoren für ein gleiches Gewicht ausgeathmeter Kohlensäure viel mehr Sauerstoff erfordert wird, als bei den Herbivoren, weil die Eiweißstoffe zu ihrer Verbrennung eine größere Quantität Sauerstoff erfordern, als Fett, Zucker, Stärkemehl und Gummi der Herbivoren, was Valentin dadurch erklärt, daß die Quantität des Wasserstoffs in den Proteinkörpern die des Sauerstoffs mehr als um das Doppelte übertrifft, also mehr, als zur Wasserbildung erforderlich ist; und damit nun dieser überschüssige Wasserstoff verbrannt werde, muß auch eine größere Menge Sauerstoff hiezu verwendet werden. Zugegeben nun, daß dieser überschüssige Wasserstoff der Proteinverbindungen wirklich mehr Sauerstoff in Anspruch nimmt, so trägt dieser Umstand nicht allein dazu bei, das Mißverhältniß zwischen dem eingeathmeten Sauerstoff und der ausgeschiedenen Kohlensäure bei den Carnivoren zu steigern, sondern auch die weitere Thatsache, daß bei diesen Thieren zur Bildung von Harnstoff viel Sauerstoff in Anspruch genommen wird. Da aber, wie schon bemerkt wurde, der eingeathmete Sauerstoff im thierischen Organismus noch ganz andere Zwecke zu erfüllen hat, als den Kohlenstoff und Wasserstoff der Speisen zu verbrennen, so ist aus der Quantität des ausgeschiedenen Wassers und Kohlensäure durchaus kein richtiger Schluß auf die im Organismus entwickelte Wärmemenge zu ziehen.

Mit der Menge des in gleicher Zeit eingeathmeten Sauerstoffs muß nach Liebig bei gleichem Körpervolumen die Quantität der freigewordenen Wärme zu- oder abnehmen, wie auch wirklich der Mensch und das höhere Thier deswegen eine von ihrer Umgebung völlig unabhängige Temperatur besitzen, weil sie große Mengen von Sauerstoff durch ihre Lungen aufnehmen, während Fische und Amphibien, die wenig Sauerstoff verzehren, nur eine Eigenwärme besitzen, die der Temperatur des sie umgebenden Mediums fast gleich kommt, und Kinder und Vögel, vermöge ihres schnellen Athmens, eine höhere Temperatur besitzen, als der erwachsene Mensch. Ebenso haben nach Simon, Dumas und Prävost diejenigen Thiere eine niedrigere Temperatur, in deren

Blute die Menge der Blutkörper, die Hauptträger des Sauerstoffs, vermindert ist, besonders, wenn man dabei die Menge der Pulsschläge, Athemzüge und überhaupt die Schnelligkeit der Cirkulation berücksichtigt; aus demselben Grunde entwickeln auch Bleichsüchtige und Cyanotische weniger Wärme.

Daß die Ansicht, je größer die Sauerstoffaufnahme, desto höher ist, unter sonst gleichen Umständen, auch der Wärmegrad, eine richtige ist, sehen wir schon an den Pflanzen, welche während des Keimens und während der Blüthe an diesen Stellen sehr viel Sauerstoff aufnehmen und dabei eine Wärme entwickeln, welche wirklich auffallend ist, indem in einzelnen Pflanzen die Wärme im keimenden Saamen und in der Blüthe die der umgebenden Luft mehr als um 20° übertrifft. Auch bei Thieren ist die Wärmeentwicklung da am größten, wo sich die größte Menge Sauerstoff mit den Bestandtheilen des Blutes verbindet, daher nach Becquerel das Blut der Arterien um 0,896° wärmer ist, als das der Venen, und nach Tiedemann die Körperwärme bei Menschen und Säugethieren 37—41°, bei Vögeln aber 41—44° beträgt. Nach Bärensprung haben Kinder und Greise eine höhere Wärme, als Erwachsene, obgleich Kinder viel, Greise dagegen weniger Wärme erzeugen, als Erwachsene. Kinder athmen nehmlich für ein gleiches Körpergewicht mehr Kohlensäure aus, als Erwachsene; zudem athmet das Kind nicht nur schneller, sondern nimmt zum Behuf des Wachsthums auch mehr Nahrung zu sich, als es ausgibt, und da die Ernährung auf einer langsamen Verbrennung der Blutstoffe beruht, so entwickelt es also aus einem doppelten Grunde mehr Wärme, als Erwachsene, jedenfalls mehr, als es durch Ausstrahlung verliert. Beim Greise findet das Gegentheil statt; vermöge des verminderten Stoffwechsels erzeugt er weniger Wärme, als der Mann im mittlern Alter, aber er verliert auch weniger, weil seine trockene Haut weniger verdunstet. Dieses kann übrigens nur im Sommer und bei warmer Temperatur stattfinden, wo der Wärmeverlust durch Verdunstung überhaupt stark ist; im Winter dagegen, wo die Verdunstung bei Erwachsenen, wie bei Greisen, beinahe Null, der Wärmeverlust durch Ausstrahlung dagegen bei beiden gleich ist, schwindet dieser Unterschied, woher es auch kommt, daß in der Winterkälte die Eigenwärme bei alten Personen sinkt und es daher von Wichtigkeit

ist, dafür zu sorgen, daß die von alten Leuten bewohnten Gelasse im Winter die gehörige Temperatur haben.

Daß Fische und Amphibien eine so niedere, ihrer Umgebung beinahe gleich kommende Temperatur haben, hat ebenfalls seinen Grund nicht einzig und allein in dem Umstande, daß sie weniger Sauerstoff einathmen, sondern hauptsächlich auch darin, daß sie weit mehr Wärme ausstrahlen, als die übrigen Thiere, und zwar die Amphibien vermöge ihrer stets feuchten Haut, die Fische vermöge der niedern Temperatur des sie umgebenden Mediums.

Wenn es also unstreitig richtig ist, daß mit der vermehrten Sauerstoffaufnahme unter sonst gleichen Umständen, auch die Temperatur des Körpers steigt, so ist es dagegen ebenso unrichtig, daß nach der Menge der zum eingeathmeten Sauerstoff verhältnißmäßig ausgeschiedenen Kohlensäure und Wasser die erzeugte Eigenwärme berechnet werden kann. Denn einmal werden, wie wir gesehen, die Proteinstoffe nicht nur zu Kohlensäure und Wasser, sondern auch zu Harnstoff verbrannt, und dann besteht die Verbrennung im Thierkörper nicht einzig in der Erzeugung der Endprodukte der Umsetzung, nehmlich des Harnstoffs, der Kohlensäure und des Wassers, sondern auch die Gewebebildung selbst, und namentlich die aus den Eiweißkörpern des Bluts, ist eine Verbrennung und also auch eine Quelle der thierischen Wärme; es ist nehmlich, wie Moleschott ganz richtig behauptet, nicht der Kohlenstoff und Wasserstoff, was im Thierkörper verbrennt, sondern es sind sehr zusammengesetzte Verbindungen des Kohlenstoffs und Wasserstoffs, die immer noch Sauerstoff und oft noch Stickstoff enthalten.

Desprez hat durch Versuche dargethan, daß 3½ Kubikzoll Sauerstoff bei ihrer Umwandlung in Kohlensäure einen Grad Wärme entwickeln und benützte zur Messung der erzeugten Eigenwärme im Thierkörper einen Apparat, der so eingerichtet war, daß die eingeathmete Sauerstoffmenge, sowie die Menge der freigewordenen Wärme genau bestimmt werden konnte, und das Resultat dieser Untersuchung war, daß die Wärmeentwicklung durchschnittlich um ⅕ mehr betrug, als durch die Verbrennung von Kohlenstoff und Wasserstoff durch die Menge des eingeathmeten Sauerstoffs erzeugt werden konnte; Aehnliches fand Dulong. Wenn nun auch die Sicherheit der Resultate dieser Untersuchungen dadurch mehr in Frage gestellt wird, als die Verbrennungserscheinungen im thieri=

schen Organismus keine raschen, freien Verbrennungen sind, wie die Verbrennung von Kohlenstoff und Wasserstoff außerhalb des Thierkörpers, sondern diese Verbrennungen innerhalb des Thierkörpers sehr langsam vor sich gehen, so daß man wohl annehmen kann, daß Dulong und Despretz, deren Untersuchungen kaum mehr als zwei Stunden fortgesetzt wurden, in ihrer berechneten Menge von Kohlensäure und Wasser nicht das ganze Produkt der gleichzeitigen, sondern höchst wahrscheinlich das eines großen Theils der vorausgegangenen Sauerstoffabsorption erhielten, so beweisen diese Versuche wenigstens annähernd, daß im Thierkörper noch eine andere Wärmequelle vorhanden sein müsse, als die Bildung von Kohlensäure und Wasser durch den eingeathmeten Sauerstoff, worauf unter Andern namentlich Moleschott aufmerksam macht, indem er nachweist, daß erstens die Bildung von Kohlensäure und Wasser nicht die einzigen Verbrennungen im thierischen Organismus sind, und zweitens, daß es außer den Verbrennungen noch andere Wärmequellen im Thierorganismus gibt. Was nun das Erste, nemlich die neben der Bildung von Kohlensäure und Wasser im Thierkörper stattfindenden Verbrennungen betrifft, so geht schon, wie wir gesehen, die Bildung der Gewebe aus den Bestandtheilen des Bluts unter Verbrennungserscheinungen vor sich, wie die Bildung der elastischen und leimgebenden Gewebe aus den Eiweißkörpern, der Uebergang des Phosphors und Schwefels dieser Körper in Phosphor- und Schwefelsäure, die Bildung der flüchtigen Fettsäuren aus Elain und Stearin, sowie endlich die ganze Rückbildung der stickstoffhaltigen Gewebe in Kreatin, Kreatinin, Harnsäure und Harnstoff durch Verbrennung vor sich geht. Der im Blute theilweise aufgelöste Sauerstoff tritt nemlich zugleich mit den ausgeschwitzten Flüssigkeiten aus den Gefäßen in die Körpertheile, die von den Blutflüssigkeiten ernährt werden, und geht auch hier Verbindungen ein, und Liebig junior hat durch sehr interssante Versuche dargethan, daß die vom Blute gereinigten Froschmuskeln, so lange sie sich noch auf galvanisch-elektrische Reitze zusammenziehen, Sauerstoff aufnehmen und dafür Kohlensäure abgeben. Ebenso fand er, daß dieselben Muskeln, wenn man sie mit sogenannten unathembaren Gasen zusammenbringt, ihre Zusammenziehungsfähigkeit schnell verlieren. Da nun sowohl die Bildung der Gewebe aus den Bestandtheilen des Bluts, als auch die allmälige Rück-

bildung dieser Gewebe, von welcher Kohlensäure, Wasser und Harnstoff nur die Enderzeugnisse sind, nur durch allmählige Oxydation erfolgt, so ist es geradezu unmöglich, die im Körper erzeugte Wärme aus der durch Sauerstoff gebildeten Menge von Kohlensäure und Wasser zu berechnen. Eben so wenig sind wir aber auch im Stande, zu bestimmen, wie viel von dem eingeathmeten Sauerstoff zur Erzeugung der ausgeschiedenen Menge von Kohlensäure und Wasser verbraucht wurde, weil einerseits eine gewisse Quantität von Sauerstoff zur Gewebebildung, sowie zur allmähligen Rückbildung verbraucht wird, und anderseits der Kohlenstoff und Wasserstoff im Körper nicht directe verbrennt wird, sondern, wie schon bemerkt, sehr zusammengesetzte Verbindungen von Kohlenstoff und Wasserstoff, die immer noch Sauerstoff und oft noch Stickstoff enthalten und also, um zu Kohlensäure und Wasser zu verbrennen, um so weniger Sauerstoff bedürfen, je reicher sie schon vorher an diesem Stoffe sind.

Die übrigen, neben den Verbrennungen im Thierkörper noch existirenden Wärmequellen bestehen in chemischen Vorgängen, die sich nicht auf Oxydation zurückführen lassen; so wird nach Andrew bei der Verbindung der Basen mit Säuren Wärme erzeugt, wobei die Art der Basis den Wärmegrad bestimmt, und es also bei gleicher Basis ganz gleich ist, welche Säure die Verbindung eingeht; nur dann, wenn die Säure nicht im Stande ist, die alkalische Reaktion der Basis aufzuheben, wie z. B. die Kohlensäure, ist die Wärmeentwicklung geringer. Die Zersetzung der kohlensauren Salze des Bluts durch Milchsäure und Phosphorsäure bildet eine doppelte Wärmequelle, einmal durch Bildung eines neuen Salzes, und dann durch Freiwerden von Kohlensäure, welche, da sie innerhalb der Gefäße nicht entweichen kann, von der Blutflüssigkeit verschluckt wird, und nach Henri jede Flüssigkeit, welche Kohlensäure verschluckt, eine höhere Temperatur annimmt. Nach Andrew entsteht ferner Wärme, wenn ein neutrales Salz sich in ein basisches verwandelt, und im Blute verbinden sich die aus der Verbrennung des Schwefels und Phosphors hervorgegangenen Säuren mit den Alkalien des Bluts zu basischen Salzen und entwickeln hiedurch Wärme. Die wärmeerzeugenden chemischen Vorgänge rufen ferner Elektricität hervor, und diese ist dann wieder in sofern eine Wärmequelle, als durch sie entweder chemische Verbindungen oder mechanische Wirkungen zu Stande kommen.

Nach Regnault und Pouillet wird auch durch Befeuchtung trockener Körper viel Wärme erzeugt, besonders bei wirklicher Aufnahme von Wasser und nicht bloß bei einfacher, oberflächlicher Benetzung, was im Thierkörper durch Endosmose erfolgt; eine solche Tränkung ist deswegen von Wärmeentwicklung begleitet, weil jeder Theil, der vom Wasser durchdrungen wird, das Wasser in seinen kleinsten Räumen verdichtet und bei jeder Verdichtung von Wasser Wärme frei wird. Endlich ist auch jede, in unmerkbar kleinen Entfernungen im Körper vor sich gehende Bewegung zugleich eine Quelle der Wärme. Auch bei jeder Zusammenziehung der Muskeln wird Wärme gebildet, wie man wirklich bei der Zusammenziehung des Biceps femoris eine Wärmezunahme von 1° C. findet, sowie die Muskelwärme noch durch elektrische Strömung erhöht wird.

Aus dem bisher Gesagten geht also zur Genüge hervor, daß sich die Quelle der thierischen Wärme nicht einfach auf die Verbrennung des durch die Nahrung eingeführten Kohlenstoffs und Wasserstoffs beschränkt, sondern, daß neben der Bildung von Wasser und Kohlensäure Oxydationsprozesse im Thierkörper vor sich gehen, welche natürlich alle mit Wärmeentwicklung verbunden sind; allein auch außer der Verbrennung sind, wie wir eben gesehen, noch andere Vorgänge vorhanden, welche Wärme entwickeln, so daß, wenn auch, wie die Versuche von Dulong und Despretz gezeigt, der größte Theil der im Thierkörper erzeugten Wärme eine Verbrennungswärme ist, ein Theil dieser Wärme doch immer noch aus andern, oben genau bezeichneten Vorgängen hervorgeht, die sich nicht auf einen Oxydationsprozeß zurückführen lassen.

Bedenken wir nun, daß auf der einen Seite die Bildung der Gewebe aus den Stoffen des Bluts, auf der andern Seite aber auch die Rückbildung dieser Gewebe eine Verbrennung ist; daß ferner die aus dem Schwefel und Phosphor der Proteinstoffe hervorgegangenen Säuren die kohlensauren Salze des Bluts zersetzen und basische Salze bilden, daß die dadurch freigewordene Kohlensäure von der Blutflüssigkeit verschluckt wird, und daß endlich die thierischen Gewebe fortwährend mit Flüssigkeit getränkt werden, so haben wir hier Wärmequellen, die nur aus dem Stoffwechsel hervorgehen, so daß man also mit Recht sagen kann, daß der Stoffwechsel die Quelle der thierischen Eigenwärme ist, und daß diese

mit jenem steigen und fallen muß. Durch Ruhe wird nehmlich der Stoffwechsel vermindert, durch Thätigkeit vermehrt, deßwegen entwickelt sich auch während der Ruhe, und besonders während der Ruhe im Schlafe weniger Wärme, wie auch während des Schlafes in der Nacht weniger Kohlensäure und weniger Harnstoff ausgeschieden wird. Weil ferner beim Fasten die Umwandlung der Blutstoffe in Gewebe und die Rückbildung der Gewebe, also der Stoffwechsel, abnimmt, nimmt auch die Wärmeerzeugung sehr ab, so daß nach den Versuchen von Chossat die Wärme des Körpers von Säugethieren und Vögeln im Augenblicke des Hungertodes um 16 Grade abnimmt, weßhalb zur Erzeugung der gehörigen Eigenwärme im Thierkörper die Zufuhr von Speisen so nothwendig ist, als die von Sauerstoff.

Wie nun die Wärmeentwicklung im thierischen Körper durch Ruhe und Fasten vermindert wird, so wird sie auch durch körperliche Anstrengung, vorausgesetzt, daß diese ein gewisses Maaß nicht überschreitet, und durch kräftige Nahrung gesteigert, weil durch beide der Stoffwechsel vermehrt wird, aus welchem Grunde auch durch körperliche Anstrengung die Ausscheidung von Kohlensäure und Harnstoff vermehrt wird.

Wenn Liebig sagt, daß die höhere Temperatur des Thierkörpers unter allen Umständen nur die Folge einer Verbindung einer brennbaren Substanz mit Sauerstoff sei, und daß mit der Menge des in gleicher Zeit eingeathmeten Sauerstoffs die freiwerdende Wärme ab- und zunimmt, und ein Thier eine um so höhere Temperatur besitzt, je schneller es athmet, so hat er nur in soferne Recht, als, wie wir gesehen, die Verbrennungswärme den größten Theil der im Thiere erzeugten Wärme ausmacht; doch muß man bei dieser Behauptung immer von der Voraussetzung ausgehen, daß der gesteigerten Sauerstoffaufnahme auch eine quantitativ und qualitativ passende Nahrung entspreche, daß dabei die übrigen Verhältnisse, namentlich die Quellen des Wärmeverlustes, sich gleich bleiben, und daß es sich bei dieser Behauptung nur um die im Körper erzeugte Wärmemenge, nicht aber um die Körperwärme eines Thieres oder Menschen überhaupt handelt, da, wie wir gesehen, die Körperwärme eines Greises z. B. im Sommer größer ist, als die eines Erwachsenen im mittlern Alter, obgleich er weniger schnell athmet und überhaupt weniger Wärme erzeugt, und seine erhöhte

Körperwärme nur dem Umstande zu verdanken hat, daß er weniger Wärme verliert, als er erzeugt. Daß eine größere Sauerstoffaufnahme unter sonst gleichen Verhältnissen auch eine größere Wärme erzeugt, und zwar sowohl bei Pflanzen, als bei Thieren und Menschen, können wir bei Erstern während des Keimens und während der Blüthe sehen; von den Letztern können wir in dieser Beziehung die Vögel, Kinder und stark arbeitende Menschen als Beispiele aufstellen.

Die Eigenwärme des Thierkörpers hängt übrigens nicht nur von der Menge der in ihm erzeugten Wärme, sondern auch von dem Verlust derselben ab, welche durch Ausstrahlung, Verdunstung, Luftwechsel, Zersetzung und Auflösung der eingeführten Nahrungsstoffe herbeigeführt wird. Die Ausstrahlung, oder die Mittheilung der Wärme durch unmittelbare Berührung des umgebenden Mediums ist bei den Fischen im Wasser am aufallendsten, so, daß die Eigenwärme dieser Thiere der des sie umgebenden Mediums beinahe gleichkommt; die übrigen Thiere und der Mensch verlieren am meisten Wärme durch Ausstrahlung im Winter und in kalten Gegenden, welcher Verlust theils durch den im Winter verminderten Verlust durch Verdunstung, hauptsächlich aber durch vermehrten Stoffwechsel wieder ausgeglichen wird, so, daß Menschen und die warmblütigen Thiere eine von ihrer Umgebung so ziemlich unabhängige Eigenwärme besitzen, wenn auch Davy die Körperwärme in Ostindien um mehr als ½ Procent vermehrt fand. Dieser Wärmeverlust durch Ausstrahlung ist auch der Grund, warum die äußere Haut des Menschen durchschnittlich um 3 Grade kühler ist, als die innern Theile desselben.

Der vermehrte Stoffwechsel im Winter und in kalten Regionen wird dadurch herbeigeführt, daß bei der größern Dichtigkeit der kalten Luft der Lunge mit jedem Athemzuge auch mehr Sauerstoff zugeführt wird, als im Sommer und in warmen Climaten, wobei noch die Kälte das Leben überhaupt viel bewegter macht und hiedurch den Athem beschleunigt.

Die Ansicht, daß mit der kalten, dichtern Luft mehr Sauerstoff in die Lunge gelange, wurde von Mehreren, und besonders von Donders, bestritten, und dagegen behauptet, daß die eingeathmete Luft, sobald sie die Luftwege passirt, stets erwärmt und ausgedehnt werde, so, daß die Temperatur und Dichtigkeit der

äußern Luft keinen Einfluß auf die eingeathmete Sauerstoffmenge habe. Allein, angenommen, daß im Sommer wie im Winter ein gleiches Volumen Luft in die Luftröhre gelangt und hier erwärmt wird, so muß doch nothwendig in Folge dieser Erwärmung das gleiche Volumen kalter Luft, weil sie dichter ist, weit mehr ausgedehnt werden, als dasselbe Volumen warmer Luft, so, daß also bei gleichem Athmen im Winter auch die Lungen weit mehr ausgedehnt werden, und also mehr Sauerstoff aufnehmen, als im Sommer, worauf auch schon die im Winter so häufig auftretenden entzündlichen Lungenaffectionen hinweisen.

Nach Schönbein enthält die Luft im Winter mehr erregten Sauerstoff, welcher einen raschern Stoffwechsel und daher auch vermehrte Ausscheidung von Kohlensäure zur Folge hat, so, daß also im Winter die Lungen nicht nur eine größere Quantität, sondern auch einen kräftiger wirkenden Sauerstoff aufnehmen, als im Sommer. Der von Licht, electrischen Entladungen, Phosphor oder andern Stoffen erzeugte Sauerstoff wirkt nehmlich nach Schönbein viel kräftiger und leitet Verbrennungen ein, welche der gewöhnliche Sauerstoff zu bewirken nicht im Stande ist; so verbindet sich z. B. nach ihm dieser erregte Sauerstoff unmittelbar mit Stickstoff zu Salpetersäure, was, wie wir wissen, bei dem gewöhnlichen nicht der Fall ist. Angenommen nun, daß dieser qualitative Unterschied zwischen dem Sauerstoff der Winterluft und dem der Sommerluft wirklich stattfindet, so wird unter allen Umständen durch die dichtere Winterluft auch mehr Sauerstoff aufgenommen, so daß sich also zwischen der Sauerstoffaufnahme im Winter und der im Sommer ein qualitativer und quantitativer Unterschied herausstellt.

Mit der Quantität der Sauerstoffaufnahme und der nach Außen abgegebenen Wärme muß nach Liebig auch die Menge der zu genießenden Speisen ab- und zunehmen. Daß zur Erhaltung einer constanten, von der äußern Temperatur mehr oder weniger unabhängigen Eigenwärme im Thierkörper die Nahrung eine sehr wichtige Rolle spielt, geht am deutlichsten aus dem quantitativen und qualitativen Unterschiede zwischen der Nahrung der Bewohner der Polargegenden und der der Bewohner der heißen Zone hervor. Weil in der Kälte und in kalten Gegenden überhaupt das Leben viel bewegter, das Athmen daher lebhafter, also auch, abgesehen von dem qualitativen Unterschiede, die Sauerstoff-

aufnahme, sowie die Ausstrahlung von Wärme größer ist, so muß auch der Stoffwechsel vermehrt werden, und zu diesem Zwecke ist die Aufnahme einer weit größern Menge von Nahrung nöthig, als in warmen Klimaten, wo der Stoffwechsel sehr beschränkt ist. Weil ferner nach Moleschott für ein gleiches Gewicht ausgehauchter Kohlensäure mehr Sauerstoff verschwindet, wenn dieselbe aus Fett und Eiweiß hervorgeht, als wenn sie aus Zucker und Stärkemehl stammt, so wird in kalten Gegenden weit mehr Fett und fettes Fleisch verzehrt, während die Tropenbewohner mehr Früchte und Gemüse zu sich nehmen, welche vorzugsweise Fettbildner enthalten; daher der Grönländer oft so unglaubliche Mengen von Thran und Talg, die so reich an Kohlenstoff und Wasserstoff sind, ganz unbeschadet verzehrt, während die Bewohner der Tropengegenden eine an Kohlenstoff und Wasserstoff viel ärmere Nahrung, wie Reis, Bataten, Pisang und Hirse zu sich nehmen. Aus demselben Grunde sind auch die Raubthiere in der kalten Zone viel gefräßiger, als die in der warmen. Je mehr wir die Wärmeausstrahlung vermindern, desto weniger ist auch das Bedürfniß nach Ersatz, und desto weniger mahnt uns der Hunger zur Aufnahme von Speisen; daher hat Liebig ganz Recht, wenn er unsere Kleider als Aequivalente für unsere Speisen bezeichnet. Wir können dieses an uns selbst jeden Winter beobachten, indem wir bei stetem Aufenthalt im warmen Zimmer, selbst bei nicht unthätiger Lebensart, unsern Appetit vermindert sehen, während wir beim Aufenthalt in der Kälte ein größeres Bedürfniß nach Speisen fühlen, und zwar um so mehr, je weniger gut wir bekleidet sind.

Das Bedürfniß der Kleidung steht in geradem Verhältnisse zu der Größe der äußern Abkühlung, und nach diesem wählen wir auch uns unsere Kleider aus, die theils aus Flachs, Hanf, Baumwolle, theils aus thierischer Wolle verfertigt werden, Stoffe, welche in Beziehung auf Wärmeleitung wirklich sehr von einander verschieden sind.

Der schlechteste Wärmeleiter darunter ist die Thierwolle, daher die aus ihr verfertigten Kleidungsstücke vorzugsweise für den Winter passen. Nach dieser ist die Baumwolle der schlechteste Wärmeleiter unter den genannten Stoffen. Ein Baumwollenhemd paßt daher für Menschen mit reitzbarer, leicht zu Erkältungen geneigter Haut, weil es die Haut warm hält ohne sie zu verweichlichen. Weil ein

solches Hemd sich gut anschmiegt, viel besser als ein leinenes, und mit unzähligen Punkten den Leib berührt, so erwärmt es auch diesen schnell; allein bald macht es in sehr warmer Temperatur zu heiß, weil die Häärchen des Baumwollenzeuges jedes Tröpfchen Flüssigkeit von der Haut aufsaugen und es am andern, von der Haut abgewandten Ende, verdunsten lassen, so daß also durch diese Verdunstung die Haut selbst kein Gefühl von Kühlung erhält; aus diesem Grunde macht auch das Baumwollenhemd die Haut trocken, spröd und rissig, weswegen auch baumwollene Strümpfe nichts taugen, weil sie die Fußhaut trocken und spröde machen und das Aufspringen derselben und andere aus dieser Trockenheit entstehende Hautaffektionen hervorrufen.

Die Baumwolle vermindert die Blutzufuhr zu der Haut und hiedurch auch die Wasserausscheidung, aus welchem Grunde gegenwärtig auch die Baumwollenwatte, besonders gegen entzündliche Affektionen der Haut, so häufig und mit so gutem Erfolge angewendet wird.

Ein weit besserer Wärmeleiter ist die Leinwand, weswegen auch ein kaltes Leinwandhemd, gleich der kalten Luft im Gesicht, den Blutzufluß zur Haut vermehrt und damit auch ihre Röthe. Gleichzeitig wird durch diesen vermehrten Blutzufluß zur Haut auch die Wasserbildung an der Hautoberfläche vermehrt; und da das Leinwandhemd, und zwar um so mehr, je gröber es ist, den Wasserdampf nicht durchläßt, so muß sich zwischen ihm und der Haut ein Dunstkreis bilden, welcher die Temperatur des Blutes annimmt, aus welchem Grunde ein leinernes Hemd auch den Schweiß befördert.

Diese beiden Eigenschaften verliert aber das leinerne Hemd durch längeres Tragen, weil es dadurch seine Glätte verliert und so eine Menge feiner Häärchen aufstehen, welche der Haut eben so viele Berührungspunkte darbieten, wodurch es leichter an die Haut klebt und dadurch auch schneller von ihr durchwärmt wird.

Eine weitere Quelle des Wärmeverlustes ist die Verdunstung, was wir am auffallendsten bei den Amphibien, und besonders an den Kröten und Fröschen beobachten können, die stets eine feuchte Haut haben, und deren Eigenwärme oft unter die des umgebenden Mediums herabsinkt. Wie der Mensch im Winter mehr Wärme durch Ausstrahlung und weniger durch Verdunstung verliert, so

verliert er im Sommer mehr durch letztern; weil in Folge der wärmern Temperatur die Haargefäße der Haut erweitert und also die Haut selbst mit Blutflüssigkeit stark getränkt ist, so muß sie bei warmer Luft weit mehr Wasserdampf ausströmen lassen, als bei kalter.

Neben der Ausstrahlung und Verdunstung wird der Wärmeverlust des thierischen Körpers noch durch Auflösung der Salze der Nahrungsmittel, Trinken von kaltem Wasser und nach Moleschott auch durch Zersetzung bedingt. So oft sich nehmlich ein Salz in einer Flüssigkeit löst, wird Wärme gebunden, was im Thierkörper hauptsächlich mit den Salzen der Nahrungsmittel der Fall ist, die sich in den Verdauungsflüssigkeiten lösen; kaltes Wasser entzieht dem Körper dadurch Wärme, daß es, auf 37° erwärmt, wieder abgeht. Bezüglich des Wärmeverlustes durch Zersetzung haben die Versuche von Wood bewiesen, daß bei der Zersetzung eines zusammengesetzten Körpers eben so viel Wärme verloren geht, als bei der Verbindung der ihn konstituirenden Stoffe erzeugt wurde, weshalb also bei der mit Sauerstoffabgabe verbundenen Zersetzung eben so viel Wärme verloren geht, als bei der entsprechenden Verbrennung erzeugt wurde, wie dieses Moleschott bei der Bildung von Fett aus Fettbildnern nachweist. Wie wir nehmlich früher bei der Bildung von Fetten gesehen, verwandelt sich im Körper das Stärkemehl in Zucker, der Zucker in Milchsäure, welche Umwandlungen nur durch Aufnahme von Sauerstoff, also durch Verbrennung, vor sich gehen; aus der Milchsäure entsteht die Buttersäure, und mit dieser beginnt nun die Fettbildung, und zwar, indem die Buttersäure durch fortschreitende Abgabe von Sauerstoff in Oel-, Margarin- und Stearinsäure zerlegt wird, so daß die letzten Säuren schon viel weniger Sauerstoff enthalten, als die Buttersäure, und die Buttersäure schon weniger, als die Milchsäure, nach welchen also die eigentliche Fettbildung im Thierkörper mit Wärmeverlust verbunden ist.

Nachdem wir nun sowohl die Quellen der Wärmeentwicklung im Thierkörper, als auch die des Verlustes genau betrachtet und daraus ersehen, daß die Verbrennung des Kohlenstoffs und Wasserstoffs der Speisen durch den eingeathmeten Sauerstoff nicht die einzige Quelle der thierischen Wärmeentwicklung ist, daß vielmehr diese Wärmeentwicklung die Folge verschiedener Vorgänge im thierischen Organis-

mus ist, wie auch der Wärmeverlust verschiedene Quellen hat, so müssen wir der Ansicht Moleschotts, daß es überhaupt unmöglich ist, die Menge der im Thierkörper erzeugten Wärme zu bestimmen, vollkommen beistimmen. Um zu bestimmen, sagt Moleschott ganz richtig, wie viel Wärme erzeugt wurde, müßten wir bei einem Thier nicht nur wissen, wie viel Sauerstoff es aufgenommen, und wie viel Kohlensäure, Wasser und Harnstoff es ausgeschieden, sondern auch, aus welchen Stoffen diese Kohlsäure, Wasser und Harnstoff hervorgegangen; wir müßten ferner wissen, wie viel Eiweiß im Gewebe verwandelt, wie viel und welche Salze im Körper gebildet, wie viel Kohlensäure in der Blutflüssigkeit aufgelöst wurde, und, wüßten wir dieses Alles genau, dann müßten wir ebenso genau den gleichzeitigen Wärmeverlust kennen; wir müßten nehmlich wissen, wie viel Wärme durch Ausstrahlung, Verdunstung, Luftwechsel, Auflösung und Zersetzung im Körper verloren ging. Was übrigens diese Sache noch weit mehr erschwert, ist der Umstand, daß wir, da wir nicht wissen, wie lange der in diesem Augenblick eingeathmete Sauerstoff braucht, um seine verschiedenen, langsam vor sich gehenden Verbrennungen im Thierkörper durchzumachen, nie zu bestimmen im Stande sind, in welchem Augenblicke wir den Wärmeverlust zu messen anfangen müssen, um zu erfahren, daß die jeweilige Wärmeentwicklung wirklich das Produkt der gleichzeitigen, und nicht etwa das einer frühern, nicht gemessenen Sauerstoff-Absorption ist, wie es wahrscheinlich Dulong und Desprez mit ihren Versuchen ging.

Da also nicht alle thierische Wärme Verbrennungswärme ist, und der Wärmegrad eines Thieres nur dann der Kraft des Athems entspricht, wenn alle übrigen Verhältnisse dieselben sind, so können wir das Steigen und Fallen der Körperwärme viel erschöpfender damit bezeichnen, daß wir sagen, daß, unter übrigens gleichen Verhältnissen, die Körperwärme steigt und fallt mit der Kraft des Stoffwechsels, wie wir dieses am besten bei Sterbenden wahrzunehmen Gelegenheit haben, bei welchen mit der Beschränkung des Stoffwechsels auf ein Minimum auch die Teperatur wirklich auffallend sinkt und die Nähe des Todes dann mit Sicherheit verkündet.

Was nun die thierische Wärme in krankhaften Zuständen betrifft, so kann man im Allgemeinen zunächst sagen, daß die Wärmeökonomie eine andere werden muß, wenn die Funktionen des

Organismus krankhaft von der Norm abweichen; so treffen wir Krankheiten, in welchen die Temperatur abnorm erhöht, und wieder andere, in denen sie abnorm erniedrigt ist, wie z. B. in der Cholera. Im Allgemeinen beobachtet man bei allen Fiebern eine Temperaturerhöhung, so daß diese sogar ein konstantes Symptom des Fiebers ist, und wir im Stande sind, aus den Temperaturschwankungen den Verlauf der Krankheit zu erkennen, da sich ein Fieberparoxismus oft durch nichts, als durch eine Temperaturerhöhung merklich macht und eine Abnahme der abnorm erhöhten Temperatur auch auf eine Abnahme der Krankheit hinweist; die Beobachtung der Temperatur in Krankheiten ist also in prognostischer und diagnostischer Beziehung von Wichtigkeit.

In der Regel finden wir in Krankheiten die abnorme Temperaturerhöhung auch mit einer abnormen Pulsfrequenz verbunden; doch gibt es in dieser Beziehung auch auffallende Ausnahmen, wo nehmlich bei kaum gesteigerter Pulsfrequenz die Temperatur außerordentlich erhöht ist, während man auf der andern Seite wieder Fälle trifft, in welchen die Pulsfrequenz bedeutend, die Temperatur dagegen kaum erhöht ist; doch sind dieses immer nur Ausnahmen.

Die höchste, in fieberhaften Krankheiten beobachtete Temperatur beträgt 34° R. und diese kommt nur in Fiebern mit kurz dauernden Paroxismen vor, da, wie es scheint, eine so hohe Temperatur der menschliche Organismus nicht lange, eine höhere dagegen gar nicht vertragen kann, während man eine Temperatur von 30—31° R. bei gewissen Krankheiten, wie z. B. bei hektischen Fiebern, oft Wochen und Monate lang beobachtet.

Wie wir gesehen haben, ist die Temperatur im gesunden Organismus der Ausdruck des Stoffwechsels im Allgemeinen, da dieselbe mit der Zu- und Abnahme des Stoffwechsels steigt und fällt; doch kann die Temperatur selbst bei gleichem Stoffwechsel ab- und zunehmen, je nachdem die Wärmeausscheidung stärker oder geringer ist, und in diesen beiden Umständen müssen wir auch die Quelle der abnormen Temperaturerscheinungen im kranken Organismus suchen.

Bekanntlich tritt bei allen Fieberkranken ein Mißverhältniß ein zwischen Anbildung und Rückbildung. Wegen der in Folge eines oft ganz fehlenden Appetites sehr mangelhaften Zufuhr von Speisen muß die Blutbildung, und durch sie auch die Anbildung in einem solchen kranken Körper nothwendig sehr nothleiden,

während die Rückbildung in der Regel sehr rasch vorwärts schreitet, indem im Fieber die Körperstoffe schnell verzehrt, umgewandelt und ausgeschieden werden und darum auch solche Kranke oft so auffallend schnell abnehmen. Zunächst leidet im Fieber am meisten das Blut, dann das Fett, welches eigentlich die nächste Rückbildung erfährt, daher das Verfallen der Gesichtszüge, das Zurücksinken der Augen in ihre Höhlen und die ganze, oft so auffallende Abmagerung des Körpers überhaupt. Nächst dem Fette nehmen im Fieber die Muskeln ab, dann aber auch das Gehirn und Rückenmark. Es ist also im Fieber auf jeden Fall eine abnorm gesteigerte Rückbildung, wie auch die oft sehr vermehrte Ausscheidung von Harnstoff und Kohlensäure darauf hinweist. Da nun diese so sehr gesteigerte Rückbildung nur durch vermehrte Oxydationsprozesse im Organismus vor sich gehen kann, so muß also die Wärmeentwicklung im Fieber eine erhöhte sein. Wie wir wissen, werden zwar auch im gesunden Körper die Körpertheile umgewandelt, aber diese Umwandlung erfolgt hier nur allmählig und so, daß die Anbildung die Rückbildung ausgleicht, während im Fieber die Körpertheile schnell umgewandelt, und durch neue entweder gar nicht oder nur höchst mangelhaft ersetzt werden.

Da nun aber bei Hungernden in Beziehung auf Anbildung und Rückbildung ein ähnliches Mißverhältniß eintritt, wie bei Fieberkranken, so müßte man auch bei diesen eine Temperaturerhöhung beobachten, während es durch Versuche hinlänglich erwiesen ist, daß die Temperatur hungernder Thiere sinkt, und zwar um so schneller, je mehr sie sich dem Tode nähern. Den Grund hievon müssen wir wohl darin suchen, daß bei Hungernden die Rückbildung nur langsam vor sich geht, was schon die so sehr verminderte Ausscheidung von Harnstoff und Kohlensäure beweist, so daß also hier durch diese langsame Rückbildung weniger Wärme erzeugt wird, als ein solcher Körper durch Ausstrahlung und dgl. verliert; also muß die Temperatur abnehmen; bei Fieberkranken dagegen wird durch die so sehr gesteigerte Rückbildung weit mehr Wärme erzeugt, als abgegeben.

Bekanntlich ist in der stärksten Fieberhitze die Haut sehr trocken, wodurch also die Wärmeausstrahlung sehr vermindert wird, so daß wir also neben der gesteigerten Rückbildung auch in der verminderten Wärmeabgabe eine weitere Quelle der Fieberhitze suchen müssen.

Der eigentliche Grund der so schnellen Rückbildung in fieberhaften Krankheiten scheint doch, wenigstens theilweise, in einer vermehrten Sauerstoffaufnahme zu liegen in Folge der oft sehr gesteigerten Frequenz der Athemzüge, so daß also, bei fast gänzlich mangelnder Anbildung, diese vermehrte Sauerstoffaufnahme nothwendig die Rückbildung steigern muß, welche bei Hungernden bei normaler Sauerstoffaufnahme nie in dem Grade gesteigert wird, daß dadurch mehr Wärme erzeugt wird, als durch Ausstrahlung verloren geht. Möglicherweise liegt aber noch ein weiterer Grund der schnellen Umwandlung im Fieber in der Lockerung des chemischen Zusammenhangs dieser Theile durch die Krankheit selbst.

Da es von Wichtigkeit ist, die Harnstoffausscheidungen in den verschiedenen fieberhaften Krankheiten genau kennen zu lernen und meines Wissens in dieser Beziehung noch nicht viele Beobachtungen vorliegen, so habe ich es unternommen, Untersuchungen über den Harnstoffgehalt des Harns in den verschiedenen fieberhaften Krankheiten auf das Genaueste anzustellen, und werde dieselben noch ohngefähr ein Jahr fortsetzen und dann, wenn die Zahl derselben so groß ist, daß gewisse Folgerungen daraus zu ziehen sind, bekannt machen. Vor der Hand kann ich nur sagen, daß die verhältnißmäßig noch nicht in bedeutender Anzahl von mir angestellten Untersuchungen auf eine vermehrte Harnstoffausscheidung hinweisen, und zwar sogar in dem auch an harnsaurem Notron reichen Harn.

Nicht uninteressant sind auch die von Bärensprung angestellten Untersuchungen zur Erklärung der scheinbaren Hauttemperaturen bei Kranken, welche die fühlende Hand des Arztes empfindet. Bekanntlich fühlen wir einen Gegenstand nur dann als warm, wenn er wirklich wärmer, und nur dann als kalt, wenn er wirklich kälter ist, als unsere Hand, und dieses Gefühl empfinden wir um so schneller, ein je besserer Wärmeleiter der mit der Hand befühlte Körper ist; so kommt uns ein in die Hand genommenes Metallstück viel kälter vor, wenn es überhaupt kälter ist, als unsere Hand, als ein Holzstück mit derselben Temperatur. Befühlen wir z. B einen in heftiger Fieberhitze daliegenden Kranken, so scheint, wie jeder Arzt weiß, die Hitze seiner Haut für die fühlende Hand unerträglich zu sein, während wir beim Auflegen der Hand auf die Haut eines Cholerakranken eine wahre Eiskälte empfinden, und bei der Messung mit dem Thermometer finden wir, daß zwischen

der Haut des Fieberkranken, der des Cholerakranken und unserer Hand nur ein gar nicht bedeutender Wärmeunterschied stattfindet. Wir können uns diesen Umstand nur dadurch erklären, daß die Wärmeleitungsfähigkeit der Haut eines Fieberkranken und eines Cholerakranken, gleich dem Metall, eine viel größere ist, wie überhaupt nach den Versuchen von Bärensprung die Haut eines Fieberkranken ein viel besserer Wärmeleiter ist, als die eines Gesunden.

Die Temperatur eines lokal entzündeten Körpertheiles hängt theils von der zugeführten Wärmemenge, theils von der Menge der abführenden, theils aber auch von der an Ort und Stelle entwickelten Wärme ab. Besitzt eine entzündete Stelle eine höhere Temperatur, als die des zugeführten arteriellen Bluts, welches überhaupt der Träger der zugeführten Wärme ist, so muß entweder die lokale Wärmeentwicklung eine gesteigerte, oder die Abführung der Wärme eine verminderte sein; ohne dieses ist es nicht möglich, daß ein entzündeter Körpertheil eine höhere Temperatur besitzt, als die des arteriellen Blutes ist.

Nach den Untersuchungen von Bärensprung, welcher aber nur die Temperaturverhältnisse oberflächlich entzündeter Theile untersuchte, erreichen diese die Temperatur des arteriellen Blutes nicht. Anders mag sich dieses herausstellen bei Entzündung von innern Theilen, die eine Temperaturbeobachtung zulassen, besonders bei Entzündungen des Uterus, des Mastdarms und der Mundschleimhaut, Theile, welche nach Fick selbst im normalen Zustand eine Temperatur besitzen, welche der des arteriellen Blutes gleichkommt, oder sie noch übertrifft. In dieser Beziehung fehlen aber noch Untersuchungen, und erst, wenn es durch zuverlässige Untersuchungen erwiesen ist, daß z. B. ein entzündeter Mastdarm eine höhere Temperatur besitzt, als ein gesunder, können wir mit Bestimmtheit behaupten, daß die Wärmeproduktion in einem entzündeten Körpertheil größer ist, als in einem gesunden. Weil das arterielle Blut, wie wir oben gesehen haben, eine ziemlich hohe Temperatur hat, und im entzündeten Theile eine größere Quantität desselben sich anhäuft, als im normalen Zustande, so ist es wohl selbstverständlich, daß die Temperatur eines entzündlich ergriffenen Theiles, der dem normalen Zustande gegenüber, eine erhöhte sein muß.

---

# VI. Nahrungsmittel.

Nachdem wir nun in dem Bisherigen den Gang der Verdauung von der Aufnahme der Nahrungsmittel in den Mund bis zur Blutbildung und von dieser zur Gewebebildung, sowie auch die Rückbildung dieser Gewebe genau verfolgt, erübrigt noch, über die Beschaffenheit, Nährkraft und Zubereitung der gebräuchlichsten Nahrungsmittel des Menschen das Wissenswertheste zu erwähnen.

Es ist unläugbare Thatsache, daß der so wichtige Einfluß der Nahrungsmittel auf den gesunden und kranken Organismus bis auf die neueste Zeit wenig, oder doch wenigstens höchst unvollständig erkannt wurde, und nur eine lange Erfahrung von Jahrhunderten hat den Gebrauch der Nahrungsmittel bis auf die neueste Zeit gewissermaßen ausschließlich bestimmt, sowie die Natur in Krankheiten bei dem in der Regel gänzlichen Mangel an Appetit die Diät von selbst vorschrieb. Spallanzani, Helm, Gosse und Beaumont, welche in dieser Beziehung viele Versuche anstellten, begingen Alle den Fehler, daß sie den Werth eines Nahrungsmittels nach seiner Verdaulichkeit, d. h. nach der längern oder kürzern Zeit, innerhalb welcher ein Nahrungsmittel im Magen in Brei verwandelt wurde, bestimmten, und demzufolge die Nahrungsmittel in leicht, weniger leicht und schwer verdauliche eintheilten. Erst, als uns die Fortschritte der organischen Chemie mit den Stoffen des Bluts, der höchsten Entwicklungsstufe der Nahrung, aus welchem sämmtliche Organe des Körpers gebildet werden, bekannt gemacht, lag es sehr nahe, den Werth eines Nahrungsmittels weniger nach seiner schnellern oder langsamern Verdaulichkeit,

als vielmehr nach seinem Vermögen zu bestimmen, dem Blute diejenigen Stoffe in gehöriger Quantität zuzuführen, die es an die verschiedenen Gebilde und Organe zum Zweck ihrer Bildung abzugeben hat.

Die organische Chemie lehrt uns, daß das Blut aus organischen und anorganischen Stoffen besteht; wie wir bei der Blutbildung sahen, sind die organischen Bestandtheile der Nahrung Eiweißstoffe und Fett, woraus also hervorgeht, daß der Mensch zu seiner Unterhaltung einer Nahrung bedarf, die Eiweißstoffe, Fett oder Fettbildner, und anorganische Bestandtheile in erforderlicher Menge enthält.

Zu den gebräuchlichsten Nahrungsmitteln der Bewohner unserer Zone darf man mit Recht die Getreidearten, Kartoffeln, Hülsenfrüchte, Gemüse, Eier, Milch und Fleisch, und als Getränke, außer Wasser, Bier, Wein, Branntwein, Kaffee und Thee rechnen.

Die als Nahrungsmittel benützten Getreidearten sind der Weizen, Roggen, Gerste und Hafer, deren Mehl wir theils in Form von Brod, theils auf andere Weise zubereitet genießen. Der Hauptinhalt dieser Getreidearten bezüglich seines Ernährungswerthes ist der sogenannte Kleber, ein Gemenge von unlöslichem Pflanzeneiweiß und Pflanzenleim (Gliadin); außerdem enthalten sie Stärkemehl, Dextrin und Zucker, sowie Salze. Der Gehalt dieser Getreidearten an den genannten Bestandtheilen ist übrigens sehr verschieden; so enthält der Weizen 14,55%, der Roggen 9,50%, die Gerste 3,52% und der Hafer nur 3,2% Kleber, während der Hafer am meisten Stärkemehl enthält, über 70%; die Gerste, deren Stärkemehl etwas schwerer verdaulich ist, weil es sich schon mehr der Cellulosa nähert, enthält davon 67,18%, der Roggen 61,07 und der Weizen 56,5%. Der Weizen ist am reichsten an Zuckergehalt, indem er 8,48% davon enthält, die Gerste 5,21 und der Roggen 3,07%. Der Gehalt an löslichem Eiweiß der Getreidearten ist nicht bedeutend, und differirt zwischen 1—3,5%.

Nach Liebig enthält das amerikanische Weizenmehl am meisten Kleber, ist also auch das nahrhafteste, weil der Weizenkleber nach ihm bezüglich seiner Eigenschaften und seines Ernährungswerthes, außer dem Fleischsaft, dem Fleischfibrin am nächsten steht. Nach

Millon und Donders enthält die Kleie des Mehls mehr Kleber und mehr Fett als das Mehl selbst, und auch Liebig sagt, daß wir in Hungersjahren nur dadurch im Stande seien, allen im Korn enthaltenen Nahrungsstoff zu gewinnen, wenn wir ungebeuteltes Mehl, nehmlich Mehl mit Kleie, zu Brod verbacken, wodurch die Brodmasse um $1/_6$ vermehrt wird, und er hält sogar die Absonderung der Kleie vom Mehl eher für schädlich, als für nützlich, womit allerdings die Versuche von Magendie an zwei Hunden übereinstimmen, nach welchen ein, ausschließlich mit Weizenmehl gefütterter Hund an 40sten Tage starb, während ein zweiter, welcher Schwarzbrod, also Mehl mit Kleie, erhielt, gesund blieb. Dabei muß man aber immer bedenken, daß die Kleie eine nicht unbedeutende Menge schwer, oder eigentlich unverdaulicher Zellstoffe enthält; wenn nun auch Säuren und Alkalien im verdünnten Zustande kleine Mengen Zellstoff in Stärkemehl verwandeln, und dieser Zellstoff im Darmkanal mit verdünnten Säuren und Alkalien in Berührung kommt, so wird doch immer nur ein kleiner Theil davon verdaut, während der größere Theil davon, besonders bei Kindern und Greisen, und überhaupt bei reitzbaren Personen, als Reitz auf die Mucosa des Darmkanals wirkt und leicht Durchfall erzeugt. Nach meiner Ueberzeugung hat daher Moleschott vollkommen Recht, wenn er Kleienbrod nur für Hungerjahre passend hält, für gewöhnliche Zeiten aber vorschlägt, die Kleie den Thieren nicht zu entziehen, da diese den schwer verdaulichen Kleber in Eiweiß und Fibrin des Bluts und den beinahe ganz unverdaulichen Zellstoff in Fett verwandeln, also in eine für Menschen leicht verdauliche Nahrung.

Nach Liebig löst sich der Kleber der Getreidearten in einem durch Zusatz von Salzsäure kaum sauren Wasser in der Körperwärme leicht auf, während dessen Löslichkeit durch einen größern Zusatz von Säure abnimmt; eben so wirkt Kochsalzlösung; dasselbe Wasser, welches durch Zusatz von $1/_{1000}$ Salzsäure diese plastischen Bestandtheile leicht löst, verliert dieses Vermögen bei einem Kochsalzgehalt von mehr als 3%, so, daß sich aus einer sauren Lösung von Kleber durch Zusatz von Kochsalz alles Gelöste wieder abscheiden läßt.

Bezüglich des Gehalts an anorganischen Bestandtheilen herrscht unter den Getreidearten ein großer Unterschied; so wechselt nach

Erdmann der Phosphorsäure-Gehalt des Weizens zwischen 40 und 60%.

Wie wir früher gesehen, trägt eine innige Mischung von Mundspeichel sehr viel zur Verdauung von Stärkemehl bei, weswegen auch das Mehl, in Form von porösem Brode, viel verdaulicher ist, weil in dieser Form die Mischung mit Speichel eine viel innigere wird; auch das Mehl der Kartoffeln wäre, zu porösem Brod verbacken, viel verdaulicher, als auf die Arten, wie wir dieselben genießen.

Moleschott behauptet, daß der gegenwärtige Ausfall der Kartoffelerndte durchaus nicht zu beklagen wäre, wenn wir statt ihrer gut gewählte Stellvertreter bauen würden, weil die Kartoffeln 10—12 mal mehr Fettbildner als Eiweiß enthalten, während das Blut 35 mal so viel Eiweiß als Fett enthält, und die Kartoffel also kaum den 15ten Theil der Menge von Eiweiß enthält, welche regelmäßig im Blute vorkommt, und zudem der Salzgehalt der Kartoffel auch ein geringer ist. Zu den passenden Stellvertretern für Kartoffeln rechnet Moleschott Erbsen, Bohnen und Linsen, deren Anbau, was ganz richtig ist, im Allgemeinen, namentlich dem der Kartoffeln gegenüber, auf eine wahrhaft unverantwortliche Weise vernachläßigt wird, die sich aber als Nahrungsmittel schon dadurch qualificiren, daß sie beinahe so viel Eiweiß enthalten, als das Blut, 2—3 mal so viel Fettbildner, als Eiweiß, und weit mehr Salze als die Kartoffeln; so enthalten Erbsen und Bohnen durchschnittlich 28% Legumin und lösliches Eiweiß, über 60% Stärkemehl und Dextrin und gegen 4% Salze. Die Linsen enthalten sogar über 38% Eiweiß, dagegen weniger Fettbildner, ohngefähr 38%, und viel weniger Salze, 0,37%, aber viel mehr Cellulosa, beinahe 3 mal so viel, als Erbsen und Bohnen.

Wenn ich nun auch die Ansicht Moleschotts, daß der Anbau der Hülsenfrüchte bei uns auf eine wahrhaft unverantwortliche Weise vernachläßigt wird, vollkommen theile, so bin ich um so weniger damit einverstanden, daß der gegenwärtige Ausfall der Kartoffelerndte nicht zu beklagen wäre, wenn wir als deren Stellvertreter Bohnen, Erbsen und Linsen in hinreichender Quantität bauen würden, und zwar aus dem, gewiß nicht unwichtigen Grunde, weil die Bewohner des mittlern und südlichen Europa's, den Bewohnern der übrigen Theile der Erde gegenüber, wie ich später

nachweisen werde, ohnehin zu viel Eiweißstoffe, dem Fett und den Fettbildnern gegenüber, in ihrer Nahrung zu sich nehmen und dadurch den Grund zu gewissen, unter ihnen allein und vorzugsweise vorherrschenden, so verheerenden Krankheiten, wie Skrofeln, Tuberkeln, Krebs und dgl. legen. Weil nun das Verhältniß der Eiweißstoffe in unserer Nahrung zum Stärkemehl und Fett ohnehin ein zu großes ist, so würde dieses um so mehr hervortreten, wenn wir durch einen weitern Ausfall der Kartoffelerndte gezwungen würden, neben unserer eiweißreichen Mehl- und Fleischnahrung, statt der stärkemehlreichen Kartoffeln die ebenso eiweißreichen Hülsenfrüchte zu genießen. Allerdings, wenn wir weniger kleberreiches Mehl, und weniger, oder gar kein Fleisch genießen würden, dann wären die genannten Hülsenfrüchte ein vortreffliches Surrogat für das Letztere, und neben Kartoffeln, Reis und Mais ein ausgezeichnetes Nahrungsmittel. Allein der Mittel-Europäer ist einmal an sein Fleisch und an seine Mehlspeisen gewöhnt, und wenn er dann, in Ermanglung von Kartoffeln, gezwungen wäre, Erbsen, Bohnen und Linsen daneben zu genießen, so würde eine solche Nahrung bestimmt noch weit ungünstiger auf das Hervortreten der unter ihm vorzugsweise herrschenden Krankheiten einwirken.

Reis und Mais, welche bei uns, wenn auch nicht so allgemein, doch in nicht unbedeutender Menge genossen werden, enthalten weit mehr Stärkemehl, als die Kartoffeln, auch mehr Eiweiß, dagegen weniger Salze.

Die Gemüse, wie Salat und Küchenkräuter überhaupt, zeichnen sich besonders durch ihren Reichthum an Salzen, Alkalien und alkalischen Erden aus, daher sie als Zusatz zu anderer Nahrung, namentlich zu dem an anorganischen Bestandtheilen ohnehin nicht reichen Kalbfleisch, von großem Werthe sind, da z. B. der gewöhnliche Salat nach Liebig 23% anorganische Bestandtheile enthält. Unter der vegetabilischen Nahrung enthalten die Saamen die kleinste, die Gemüse die größte Menge Kochsalz.

Fruchtmark, Pektin, Kork und Holzstoffe werden nach Frerich von den Verdauungssäften gar nicht angegriffen, während Gummi nach ihm im Speichel und Magensaft zwar aufquillt, aber ohne Vermehrung des Zuckergehaltes.

Das wichtigste Nahrungsmittel für den Menschen ist das Fleisch, weil wir im Fleische alle Produkte fertig genießen, und

weil es alle zur Ernährung des Menschen erforderlichen Stoffe enthält, nehmlich Faserstoff, Eiweiß, Leim, Kreatin, Kreatinin, Inosinsäure, Fette, Milchsäure, Kali, Natron, Kalk, Magnesia, Eisen, Chlor, Phosphorsäure, Schwefelsäure und Kieselerde. Im ungekochten Zustande ist die Fleischfaser von einer albuminhaltigen Flüssigkeit umgeben und getränkt, und die zarte Beschaffenheit des gekochten und gebratenen Fleisches hängt nach Liebig von der Menge des in seine Substanz gelagerten und gerinnenden Albumins ab, wodurch das Zusammenschrumpfen und Zähwerden der Fleischfaser gehindert wird.

Alle schmeckenden Bestandtheile des Fleisches sind nach Liebig im Fleischsaft enthalten und können durch kaltes Wasser ausgezogen werden, so, daß der Rückstand des auf diese Art ausgezogenen Fleisches bei allen Thieren ganz gleich und das Ochsenfleisch nicht mehr vom Reh- und Hühnerfleisch zu unterscheiden ist; dagegen hat die Fleischbrühe vom Fleisch verschiedener Thiere nicht nur den allgemeinen Geschmack der Fleischbrühe, sondern auch einen besondern, gleich dem Geruche und Geschmacke des gebratenen Fleisches dieser Thiere.

Weil durch Kochen dem Fleische die Bestandtheile des Fleischsaftes entzogen werden, so verliert das Fleisch durch Kochen sehr viel von seinem Ernährungswerth, indem hiedurch nicht nur Kreatin und Kreatinin, sondern auch die meisten Salze in die Fleischbrühe übergehen, so zwar, daß von den durch Einäschern des ganzen Fleisches erhaltenen 3 $\frac{1}{2}$ Prozent dieser letztern das ausgekochte Fleisch nicht mehr ganz 1 Prozent enthält, während man durch Eindampfung der Fleischbrühe und Einäscherung des Rückstandes eine Menge, größtentheils im Wasser löslichen Salze erhält, die theils Chloride, theils Phosphate sind; von den Chloriden ist das Chlorkalium über das Chlornatrium weit vorherrschend, während die Phosphate 1—2—3 basisch sind. Die unlöslichen Salze bestehen aus 5,77% phosphorsaurem Kalk und 13,23% Bittererde. Die saure Reaktion der Fleischbrühe erklärt Liebig aus der überschüssigen Phosphorsäure und Milchsäure, so, daß die darin enthaltenen Alkalien, alkalischen Erden und das Kreatinin nicht hinreichen, um mit den in der Fleischflüssigkeit enthaltenen Säuren neutrale Salze zu bilden. Die stark saure, stickstoffhaltige Inosinsäure, welche einen angenehmen, fleischbrühähnlichen Geschmack

hat, ist nach Liebig in der Fleischbrühe nicht in der Menge enthalten, um zur sauren Reaktion etwas beitragen zu können.

Bei der Destillation der Fleischbrühe mit Schwefelsäure erhält man nach Liebig immer eine geringe Menge von flüchtigen Säuren, Buttersäure, Essigsäure und Ameisensäure und aus dem Rückstand noch Inosit, einen, dem Milchzucker ähnlichen Körper, sowie Inosinsäure und Salze.

Von den im Fleische enthaltenen anorganischen Bestandtheilen, der Phosphorsäure, Kali, Erden, Eisenoxyd, Schwefelsäure und Chlorkalium, gehen das Chlorkalium und die Schwefelsäure durch Kochen ganz, die übrigen größtentheils in die Fleischbrühe über, so, daß das Fleisch durch Kochen nach Keller an Phosphorsäure 26,20%, an Schwefelsäure 2,95, an Kali 35,42, an Chlorkalium 14,81, und an Erden und Eisen 3,15% verliert; also werden dem Fleische durch Kochen $^4/_5$ der zur Blutbildung unentbehrlichen Salze genommen, wodurch dasselbe in seiner Zusammensetzung eine große Veränderung erleidet, und, je nach der Länge des Kochens und der hiezu verwendeten Wassermenge, eine mehr oder weniger vollständige Scheidung der löslichen Bestandtheile des Fleisches von den unlöslichen eintritt; die Fleischbrühe enthält daher die löslichen phosphorsauren Alkalien, milchsaure und inosinsaure Salze und einen Theil der phosphorsauren Bittererde, während das gekochte Fleisch vorzugsweise phosphorsauren Kalk und phosphorsaure Bittererde enthält.

Wie durch Kochen, so verliert auch durch Einsalzen das Fleisch viel an seinem Ernährungswerthe, da es hiedurch nach Liebig von den zur Blutbildung nöthigen Salzen eben so viel einbüßt, als durch Kochen. Das frische Fleisch enthält nehmlich über $^3/_4$ seines Gewichts an Wasser, welches aufgesaugt darin enthalten ist, so, daß also das Vermögen des Fleisches, Wasser aufzusaugen und zurückzubehalten, groß ist, was aber nur von dem reinen Wasser, aber nicht von dem Salzwasser gilt, da das Fleisch unter denselben Verhältnissen nur halb so viel gesättigtes Salzwasser in seine Poren aufnimmt, als reines Wasser, und also auch nicht mehr zurückzubehalten vermag. Wird nun frisches Fleisch mit Kochsalz bestreut, so löst sich dieses in dem im Fleische enthaltenen Wasser auf, welches hiedurch zu Salzwasser wird, uud als solches deswegen ausfließt, weil das Fleisch nur die Hälfte des gewöhnlichen

Wassers an Salzwasser zurückzubehalten im Stande ist, welches dann, gleich der Fleischbrühe, den Fleischstoff mit sich führt. Eingesalzenes Fleisch steht also in Beziehung auf seinen Ernährungswerth viel tiefer, als frisches Fleisch, und in soferne auch viel tiefer, als gesottenes Fleisch, weil die dem Fleisch durch Kochen entzogenen Bestandtheile in der Fleischbrühe enthalten sind, welche in der Regel mitgenossen wird, während das vom eingesalzenen Fleische abfließende Salzwasser nicht mehr genossen wird.

Neben dem Fleischsafte enthält das Fleisch auch Fibrin und Albumin, welches zu Blutfibrin und Albumin wird, und außerdem noch Fett; allein gerade in dieser Beziehung herrscht unter den verschiedenen Fleischarten ein großer Unterschied, so schon zwischen Kalbfleisch und Rindfleisch; das Kalbfleisch enthält nehmlich nach Liebig nur wenig von dem eigentlich leicht verdaulichen Fleischfibrin, sondern die Fasern des Kalbfleisches bestehen aus einer, dem Blutfibrin ähnlichen Substanz, die sich in salzsäurehaltigem Wasser nicht löst, sondern darin nur aufquillt; ebenso enthält es in der Regel weniger Fett, dagegen mehr lösliches Bindegeweb. Von den anorganischen Bestandtheilen enthält das Kalbfleisch weniger Alkalien, als das Rindfleisch, und auch weniger Eisen, nach Stoffel nur 0,30%, während das Rindfleisch 1,06% Eisenoxyd enthält. Das Fleisch der Fische enthält nach Liebig noch weniger Eisen, als das Kalbfleisch, wenn auch die andern anorganischen Bestandtheile des Fischfleisches dieselben sind, wie die des Ochsenfleisches. Nicht ohne Grund macht übrigens Liebig auf den Ernährungswerth der Fische im Hinblick auf ihre Zubereitung aufmerksam; durch Kochen nehmlich geht ein großer Theil der löslichen Bestandtheile des Fischfleisches dadurch verloren, daß die Fleischbrühe in der Regel nicht mitgenossen wird, wodurch der Ernährungswerth des Fischfleisches sehr vermindert wird. Am meisten verliert übrigens in dieser Beziehung das Fleisch der Stockfische und der eingesalzenen Fische, die vor dem Genusse gewässert und ausgelaugt werden müssen. Mit Recht macht Liebig noch auf das übliche Wässern der Stockfische mit Kalkwasser aufmerksam, wodurch noch ein großer Theil der Phosphorsäure als phosphorsauer Kalk erhalten wird.

Das Fleisch ausgewachsener Thiere ist reicher an phosphorsaurem Kalk, als das von jungen Thieren, aus welchem Grund auch für Kinder, welche zu ihrer Anbildung vorzugsweise phosphor-

sauren Kalk nöthig haben, nur das Fleisch erwachsener Thiere tauglich ist, besonders wenn es mit den, an Blutsalzen ohnehin so reichen grünen Gemüsen genossen wird; das Fleisch von Kälbern und Fischen taugt also nicht als Nahrung für Kinder.

Wie uns also Liebig gezeigt, wie sehr das Fleisch durch Kochen an seinem Ernährungswerthe verliert, besonders wenn es ohne Fleischbrühe genossen wird, so hat er uns auch auf ein Verfahren hingewiesen, das Fleisch durch Sieden zur Speise zuzubereiten, ohne daß ihm seine Bestandtheile entzogen werden, so daß es nicht nur den, ihm eigenthümlichen Geschmack, sondern auch seinen Ernährungswerth möglichst beibehält. Die Fleischfaser ist nehmlich im Fleisch aller Thiere von einer albuminhaltigen Flüssigkeit umgeben, welches Albumin durch Auslaugen mit kaltem Wasser, sowie durch Kochen in einem Wasser, welches von der gewöhnlichen Temperatur allmählig zur Siedhitze erwärmt wird, aus dem Fleische entfernt wird. Da nun die von genannter albuminhaltigen Flüssigkeit umgebene Fleischfaser bei allen Thieren von gleicher Beschaffenheit ist, und, des Albumins beraubt, durch Kochen hart und hornig wird, und zwar um so mehr, je länger das Kochen dauert, so ist es die Hauptaufgabe des Kochens, den Austritt dieser Flüssigkeit so viel als möglich zu verhüten, weil das Hartwerden der Fleischfaser nur durch das um diese gelagerte, und beim Kochen und Braten gerinnende Albumin bis zu einem gewissen Grade gehindert wird, und so das Fleisch seine zarte Beschaffenheit erhält. Zu diesem Zwecke schlägt nun Liebig vor, das frische Fleisch gleich anfangs in siedendes Wasser zu bringen, dabei das Sieden einige Minuten zu unterhalten, und dann so viel kaltes Wasser zuzuschütten, daß die Temperatur des Kochwassers auf 56° R. herabgebracht wird, und es in dieser Temperatur dann einige Stunden zu erhalten. Durch die Siedhitze koagulirt das Albumin zunächst an der Oberfläche des Fleischstückes, und dann auch einwärts, und bildet so gleichsam eine Hülle, die dem außerhalb befindlichen Wasser nicht mehr gestattet, in das innere des Fleischstückes zu gelangen, obgleich sich die auf 56° R. herabgesetzte Temperatur allmählig bis zum Innern fortpflanzt, und so das rohe Fleisch allmählig in den Zustand des gekochten und gebratenen Fleisches überführt.

Obgleich nun das Albumin des Fleisches schon bei einer Temperatur von 41—42° R. zu gerinnen beginnt und bei 45°

vollkommen geronnen ist, so ist diese Temperatur doch nicht hinreichend, um zugleich den Farbstoff des Bluts gerinnen zu machen, weswegen es nothwendig ist, das Fleisch bei seiner Zubereitung einer höhern Temperatur auszusetzen, weil sonst das Fleisch im Innern blutig bleibt, was nur dadurch verhindert wird, daß es durch seine ganze Masse hindurch eine Temperatur von 54—56° angenommen hat. Eine so hohe Temperatur ist übrigens nur bei einem blutreichen Fleische erforderlich, während z. B. das viel weniger blutreiche Fleisch der Vögel höchstens eine Temperatur von 43 bis 46° R. zu seiner Zubereitung erfordert. Selbstverständlich wird die Fleischbrühe eines auf diese Weise zubereiteten Fleisches um so weniger gut, je weniger das Fleisch selbst an seinen schmeckenden Bestandtheilen verloren hat; und umgekehrt wird die Faser eines Fleisches, welches gleich anfangs in kaltes Wasser, das nur allmählig zum Sieden erhitzt wird, gelegt wird, durch Auslaugen und Austreten des Albumins, welches gewöhnlich abgeschaumt wird, zäh, hart und schlecht, während die Fleischbrühe gut wird.

Bezüglich des Eiweißgehaltes der verschiedenen Fleischarten enthält das Ochsenfleisch am meisten lösliches und unlösliches Eiweiß, beinahe 21%, das Rehfleisch über 20, das Schweinefleisch über 18%, während das Kalbfleisch weniger enthält; ebenso enthält das Ochsenfleisch am meisten phosphorsauren Kalk, dann kommt das Schweinefleisch und Rehfleisch, während das Kalbfleisch ebenfalls viel weniger enthält.

Wir sehen also aus diesem, daß in unserm deutschen Vaterlande, wo noch so viel Fleisch auf eine in der Regel höchst unpassende Weise gesotten wird, die Kochkunst in Beziehung auf die Zubereitung des Fleisches noch am weitesten zurück ist, während z. B. in England auch das Ochsenfleisch nur gebraten genossen wird, so daß der Engländer in seinem noch halbblutigen Roftboeuf ein Fleisch genießt, welches in Beziehung auf seinen Ernährungswerth allen Anforderungen entspricht.

Nachdem wir nun in Vorstehendem die bei uns als Nahrung üblichen Getreidearten, Gemüse und Fleischarten näher betrachtet, erübrigt noch, die gebräuchlichen flüssigen Nahrungsmittel einer nähern Betrachtung zu unterwerfen.

Der gegenwärtig so allgemein verbreitete, und selbst bis in die untersten Stände gedrungene Genuß von Kaffee, und zum Theil

auch von Thee, gibt diesen Stoffen in diätetischer Beziehung eine Wichtigkeit, welche die Aufmerksamkeit des Arztes in hohem Grad in Anspruch nehmen muß. Nach Liebig gibt es keine Getränke, welche in ihrer Zusammensetzung und in gewissen Bestandtheilen mehr Aehnlichkeit mit der Fleischbrühe haben, als Thee und Kaffee, worauf nach ihm auch ihre erregende und belebende Wirkung beruht; sie enthalten Thein und Kaffein, welche identisch und organische Basen sind, welche überhaupt ohne Ausnahme auf das Nervensystem wirken; das Thein selbst steht nach Liebig zu keiner stickstoffhaltigen organischen Basis näher, als zum Kreatinin, was Moleschott nicht zugibt und behauptet, daß der Vergleich von Thee und Kaffee mit der Fleischbrühe sowohl in den Augen des Chemikers, als auch in denen des Physiologen jeglichen Grundes entbehre. Von chemischer Seite betrachtet, ist nach Moleschott die Aehnlichkeit zwischen Thein und Kreatinin rein äußerlich, wobei er sagt, daß die Aehnlichkeit zwischen Buttersäure und Ameisensäure weit größer sei, und doch bringe die Ameisensäure dem Körper nicht den geringsten Nutzen. Was nun diese äußere Aehnlichkeit betrifft, so krystallisirt allerdings sowohl das Kaffein als Kreatinin in farblosen, sehr glänzenden Krystallen, und beide bilden mit Säuren krystallisirbare Salze; allein das Kaffein ist in kaltem Wasser, sowie in Alkohol weit schwerer löslich (1 Theil auf 100 Theile Wasser); seine Lösung ist geschmack- und geruchlos und nicht alkalisch, und bildet wegen seiner schwach basischen Eigenschaften Salze, welche leicht, selbst vom Wasser zersetzt werden, während das Kreatinin sich in Wasser leicht löst, seine Lösung alkalisch reagirt und im konzentrirten Zustande sogar kaustisch schmeckt. Hinsichtlich seiner Zusammensetzung ist die Formel des Kaffeins nach Liebig, Rochleder und Schloßberger, welche Letztern Beide Liebigs Formel nur verdoppeln, $C^8 N^2 H^5 O^2$, und die des Kreatinins $C^8 N^3 H^7 O^2$, so daß das Kaffein dieselbe Menge Kohlenstoff und Sauerstoff enthält, wie das Kreatinin, und nur 1 Aequivalent Stickstoff und 2 Aequivalente Wasserstoff weniger; von einer blos äußerlichen Aehnlichkeit ist also keine Rede, während Ameisensäure und Buttersäure auf keinen Fall einander so ähnlich sind, indem die letztere 6 Aequivalente Kohlenstoff, 5 Aequivalente Wasserstoff und 1 Aequivalent Sauerstoff mehr enthält, als die erstere.

In physiologischer Beziehung ist allerdings der von Moleschott hervorgehobene Umstand wohl zu berücksichtigen, nehmlich der, daß das Kreatinin ein Rückbildungsstoff ist, welcher entweder in Harnstoff zerfällt, oder unverändert durch den Harn entleert wird, und in soferne kann das Kaffein, wenn es im Körper auch wirklich in Kreatinin übergeführt wird, für die Ernährung nur einen mittelbaren Werth haben, indem es nehmlich die Rückbildung des aus dem Fleische gebildeten Kreatinins etwas beschränkt, und also die Ausscheidung von Harnstoff vermehrt, ohne deswegen die Rückbildung der Muskelfasern zu steigern, wie auch wirklich Lehmann und Frerich in ihren Untersuchungen fanden, daß der Kaffeeaufguß die Menge des ausgeschiedenen Harnstoffs vermehrt. Ob aber diese vermehrte Harnstoffausscheidung die Folge eines durch den Kaffeegenuß wirklich herbeigeführten vermehrten Stoffwechsels ist, oder durch den Umstand herbeigeführt wird, daß Kaffein in das ihm ähnliche Kreatinin übergeführt wird, ist vor der Hand nicht mit Bestimmtheit auszusprechen, um so weniger, als das Kaffein im Körper möglicherweise noch andere, uns bisher nicht bekannte Veränderungen erleiden kann, welche auf die Harnstoffausscheidung einen Einfluß haben. So hat uns Rochleder gezeigt, daß Kaffein durch Einwirken von Chlor, unter Aufnahme von Sauerstoff und Wasser und Entwicklung von Cyan, in ein neues Alkaloid, das Formylin, und in eine dem Alloxan und Murexid, zwei Zersetzungsprodukten der Harnsäure, sehr ähnliche Säure, Amalinsäure, sich zerlegen lasse, wie auch das dem Kaffein sehr ähnliche Theobromin durch Oxydation mit Bleiüberoxyd und Schwefelsäure eine dem Alloxan ähnliche Materie liefert.

Nach Liebig liefert der mit Thee oder Kaffee genossene Zucker in Verbindung mit Thein die wesentlichen Bestandtheile der Galle, indem nach ihm das Thein durch Hinzutreten von Wasser und Sauerstoff die in der Galle enthaltene Stickstoffverbindung, das Taurin, darstellt, aus welchem Grunde er nach Liebig besonders solchen Leuten gutkommt, bei welchen, in Folge verminderter Bewegung und bei reichlicher stickstoffloser Nahrung, die aus dem Stoffwechsel der Gewebe hervorgehende und zur Gallenbereitung verwendbare Materie in geringer Quantität erzeugt wird.

Der Thee unterscheidet sich vom Kaffee durch seinen Gehalt an Eisen und Mangan, welcher Eisengehalt, wenn er gerade

auch nicht bedeutend ist, doch nicht ohne Einfluß auf die vitalen Vorgänge sein kann. Dieser Eisengehalt ist übrigens verschieden, je nach der Sorte von Thee, da z. B. der Javathee viel mehr Eisen enthält, als der chinesische, so daß man nach Moleschott den Javathee schon an der Farbe der Asche der verbrannten Theeblätter erkennen kann, noch mehr übrigens an dem Aufguß, da der vom Javathee viel dunkler ist, als der von chinesischem Thee, weil das darin enthaltene Eisenoxyd mit der Gerbsäure der Theeblätter eine schwarzblaue Verbindung eingeht.

Durch seinen Gehalt an empyreumatischen Substanzen erhält der Kaffee nach Liebig die Eigenschaft, diejenigen Prozesse der Auflösung und Zersetzung zu beschränken, welche durch Fermente eingeleitet werden; alle brenzlichen Stoffe wirken nehmlich der Gährung und Fäulniß entgegen, aus welchem Grunde schon geräuchertes Fleisch schwerer verdaulich ist, als frisches; deswegen wirkt auch der Kaffee, gleich nach dem Essen getrunken, also während der ersten Verdauung, nach Liebig störend auf die Verdauung, während dieses beim Thee nicht der Fall ist, da dieser Letztere nach ihm noch die peristaltische Bewegung des Darmkanals vermehrt. Bezüglich der Beförderung der peristaltischen Bewegung muß ich hier aus vielseitiger eigener und fremder Erfahrung nur bemerken, daß dieses beim Genuß von Kaffee weit mehr der Fall ist, als bei dem von Thee, indem viele, sonst an träger Stuhlentleerung leidende Personen durch Kaffeegenuß dieselben zu befördern im Stande sind; ebenso habe ich schon viele Menschen beobachtet, bei welchen Kaffeetrinken Diarrhö zur Folge hat, was ich beim Theegenuß nie beobachtete, eher das Gegentheil, besonders bei starken Theetrinkern.

Wenn nun auch im gegenwärtigen Augenblicke die Wirkungen des Thees und Kaffees noch nicht ganz aufgeklärt sind, so können wir, allen Erfahrungen gemäß, folgende Wirkungen als festgestellt annehmen: 1) Der Kaffee befördert die Verdauung, indem er nicht nur die Secretion des Magensaftes, sondern auch die peristaltische Bewegung befördert. 2) Der warme Aufguß von Thee und Kaffee wirkt wärmeerregend, indem dieselbe Quantität eines solchen Aufgusses weit mehr Wärme erzeugt, als dieselbe Quantität eines gleich warmen Wassers. 3) Thee und Kaffee hebt die Thätigkeit des Nervensystems und besonders die des Gehirns. Wie wir

nehmlich früher gesehen haben, hängt die Verdauung und Blutbildung sehr von der Menge der Verdauungsflüssigkeiten ab, und da der Kaffee durch sein würziges Aroma die Secretion des Speichels und Magensaftes, zugleich aber auch die peristaltische Bewegung des Darmkanals befördert, so befördert er auch die Verdauung, während er gleichzeitig auch die Temperatur des Körpers erhöht. Ob nun diese Temperaturerhöhung bloß Folge des vermehrten Stoffwechsels, oder, wie Liebig glaubt, Folge der Beförderung der Gallebereitung ist, welche nothwendig eine Beförderung des Athmungsprozesses und der Wärmeerzeugung nach sich zieht, ist bis jetzt noch unentschieden.

Daß endlich ein Aufguß von Thee oder Kaffee bei körperlicher und geistiger Erschöpfung restaurirend wirkt, ist eine auf Erfahrung gegründete Thatsache, und diese Restauration gründet sich hauptsächlich auf die Wirkung des Kaffeins auf das Nervensystem, und namentlich auf das Centralorgan desselben, das Gehirn; eine Wirkung, die es mit allen organischen Basen gemein hat, und recht schön bringt daher Moleschott das gesteigerte Bedürfniß der Menschheit nach Kaffee und Thee mit der gesteigerten geistigen Aufforderung zusammen, welche die Entwicklung der Zeit an das ganze Menschengeschlecht zu stellen hat.

Für geistig stark beschäftigte Personen ist also der Genuß von Thee und Kaffee von nicht verkennbarem Nutzen, indem er nicht nur die Hirnthätigkeit steigert, sondern auch die Verdauung hebt, welche wegen des innigen Zusammenhanges zwischen Hirn und Darmkanal, und besonders dem Magen, bei anhaltend geistiger Anstrengung so gerne nothleidet.

Bezüglich der Wirkung der alkoholischen Getränke auf den menschlichen Organismus hat wieder zuerst Liebig den Unterschied zwischen der oft nachtheiligen Wirkung des Branntweins und dem so vortheilhaften Einfluß eines mäßig genossenen, guten, alten Weines hervorgehoben. Der Branntwein besteht nehmlich aus Wasser und Alkohol und ruft durch seinen starken Alkoholgehalt eine Steigerung der Funktion des Nervensystems, namentlich des Gehirns und Rückenmarks hervor, welche in Folge eines anhaltenden Genusses desselben gerne eine krankhafte Reizbarkeit dieser Organe nach sich zieht, die den Wiedergenuß zum Bedürfnisse macht, weil nur dadurch die unangenehmen Folgen momentan gehoben werden,

daher jenes nervöse Zittern habitueller Branntweintrinker an jedem Morgen, so lange sie noch keinen Branntwein zu sich genommen, welches sich dann bei dem Genuß des Letztern auch gleich wieder verliert. Die nachtheiligen Wirkungen des übermäßigen Branntweingenusses auf den menschlichen Organismus sind übrigens mehrfacher Art. Zunächst wird der in die Circulation gelangte Alkohol durch Entziehen von zwei Atomen Wasserstoff in der Regel in Aldehyd übergeführt, welches, ins Blut gelangt, das Nervensystem, und besonders das Gehirn stark afficirt, und jene unter dem Namen „Delirium tremens“ bekannten Erscheinungen hervorruft, welche kontinuirliche Reitzung nach und nach einen Ueberreitz und in Folge dessen eine Art Lähmungszustand nach sich zieht. Eine weitere Folge dieser Reitzung besteht in jenen chronischen Hyperämien und entzündlichen Affektionen, welche man bei Säufern so oft trifft, und endlich leiden die Centralorgane des Nervensystems, und besonders das Gehirn der Säufer noch durch abnorme Ernährung, welche abnorme, mangelhafte Ernährung einen doppelten Grund hat: Erstens nehmlich bilden sich in der Mukosa des Magens und Darmkanals habitueller Brantweintrinker, wie in den Gehirnhäuten, Hyperämien und chronische Catarrhe, welche die normale Secretion der Verdauungssäfte stören; und zweitens wird durch zu starken und anhaltenden Alkoholgenuß der normalen Respirationsfunktion ein Theil des zur Verdauung, Anbildung und Rückbildung so nöthigen Sauerstoffs entzogen, wodurch zunächst mangelhafte Blutbildung, und in Folge hievon auch mangelhafte Ernährung der Organe, und besonders des Gehirns entsteht, und so Atrophie oder, weil gleichzeitig in Folge verminderter Sauerstoff-Einwirkung das Blut mit zuckerhaltigen, fettigen Stoffen überladen wird, Fettablagerung und Entartung des Gewebes einzelner Organe eintritt.

Der Wein enthält neben dem Alkohol noch Alkalien, organische Säuren, überhaupt Bestandtheile, durch welche die nachtheiligen Wirkungen des Alkohols nach einer gewissen Zeit mehr oder weniger wieder ausgeglichen werden, daher nach Liebig der Preis des Weines zu seiner unmittelbaren Wirkung in geradem, zu seinen Nachwirkungen im umgekehrten Verhältnisse steht, und bei edlen Weinen, wie z. B. bei Rheinweinen, der Preis sich weniger nach dem Alkoholgehalt, als nach dem Gehalt an nicht flüchtigen Bestandtheilen richtet. Auf welche Art nun diese Ausgleichung der nach-

theiligen Wirkungen des Alkohols auf das Nervensystem durch die übrigen nicht flüchtigen Bestandtheile des Weins zu Stande kommt, wissen wir nicht; daß diese Ausgleichung, wie Liebig glaubt, durch eine entsprechende Steigerung des Secretionsprozesses der Lungen nnd Nieren zu Stande kommt, scheint aus dem Grunde nicht der Fall zu sein, weil die neuesten Untersuchungen im Gegentheil gezeigt, daß gerade beim Weingenuß die Ausscheidung von Kohlensäure durch die Lunge, sowie die des Harnstoffs vermindert wird, aus welchem Grunde Liebig mit Recht den Wein die Milch der Greise nennt. Beim Greise nehmlich herrscht, wie wir weiter oben gesehen, ein Mißverhältniß zwischen Ausgaben und Einnahmen, indem die Verdauung und Blutbildung mit der Rückbildung und Ausscheidung nicht Schritt hält; da nun der Wein die Ausscheidung von Kohlensäure und Harnstoff, also die Ausgaben mindert, und auf der andern Seite die Secretion des Speichels und Magensaftes vermehrt und hiedurch die Verdauung und Blutbildung hebt, so ist er ganz geeignet, bei Greisen dieses Mißverhältniß zwischen Ausgaben und Einnahmen mehr oder weniger zu heben. Da ferner alte Leute in der Regel an Schlaflosigkeit leiden, während des Schlafes aber überhaupt die Ausscheidungen vermindert sind, und guter, alter Wein bei Greisen den Schlaf befördert, so wirkt er auch in dieser Beziehung auf die Ausgleichung des Mißverhältnisses zwischen Einnahmen und Ausgaben.

Ueber die Ursachen des häufigen Branntweingenusses, sowie über den übermäßigen Genuß alkoholischer Getränke überhaupt, sind die Ansichten Liebigs und Moleschotts ebenfalls verschieden. Ersterer hält den Branntweingenuß für die Folge und nicht für die Ursache der Noth und glaubt, daß gut genährte Männer selten Branntweintrinker werden, und daß nur derjenige, welcher außer Stand ist, durch seine Arbeitskräfte sich die nöthige Nahrung zu verschaffen, gleichsam gezwungen wird, sich durch Branntwein diejenige Quantität von Kraft zu verschaffen, welche seine mangelhafte Nahrung nicht zu erzeugen vermag; durch sein Wirken auf das Nervensystem setzt ihn der Branntwein in den Stand, die ihm fehlende Kraft zu erzeugen, aber auf Kosten seines Körpers, indem er heute diejenige Kraft verwendet, welche naturgemäß erst den folgenden Tag hätte zur Verwendung kommen sollen; auf diese Weise verzehrt der Arbeiter nach Liebig das Kapital, statt der

Zinsen, was einen unvermeidlichen Banquerott seines Körpers nach sich zieht. Nun ist aber durch die Versuche von Scharling, Vierordt und Anderer erwiesen, daß durch den Genuß von geistigen Getränken sowohl die Ausscheidung der Kohlensäure, als auch die des Harnstoffs, also der Stoffwechsel überhaupt vermindert wird, weswegen Moleschott behauptet, daß der Arbeiter nicht banquerott macht, wenn er sein Blut, als den Erhalter der Gewebe, durch Branntwein unterstützt, weil er dadurch Fett und Eiweiß erspart, statt mehr auszugeben; die Ausgaben des Körpers werden also durch Branntweingenuß gemäßigt, aber auf Kosten der Kraft. Allerdings auf Kosten der Kraft, weil die Quelle der Kraft in der gehörigen Anbildung und Rückbildung, also in der gehörigen Umsetzung der Gewebe allein zu suchen ist; wenn nun der Branntweintrinker dadurch, daß er einen Theil des zum gehörigen Umsatze, also zur gehörigen Kraftentwicklung nöthigen Sauerstoffs zur Verbrennung des Kohlenstoffs und Wasserstoffs seines genossenen Alkohols verbraucht, so erspart er allerdings Fett und Eiweiß, auch sein Blut, das heißt, die in demselben enthaltenen, zur Gewebebildung nöthigen Stoffe; allein Moleschott hat entschieden Unrecht, wenn er sagt, daß der Arbeiter nicht banquerott macht, wenn er sein Blut, als den Erhalter seiner Gewebe, durch Branntwein unterstützt, denn gerade dadurch, daß er sein Blut durch Branntwein unterstützt, macht er es untauglich zur gehörigen Erhaltung seiner Gewebe; wenn nehmlich durch den Alkoholgenuß so viel Sauerstoff in Anspruch genommen wird, daß es nicht mehr möglich ist, daß die erforderliche Quantität davon auf die Blutstoffe einwirke, um sie in Gewebebildner überzuführen, so muß auch die Gewebebildung mangelhaft werden, denn ohne die gehörige Quantität von Sauerstoff kann sich im Blute eben so wenig aus dem Albumin die gehörige Menge von Fibrin (also auch nicht die Muskelfasern), als auch Mulders Proteinhyperoxyde, und die Uebergangsstufen der Eiweißkörper zu den elastischen und leimgebenden Geweben, in normaler Weise bilden. Durch fortgesetzten, übermäßigen Branntweingenuß muß also die Gewebebildung, und damit die Entwicklung von Kraft immer mangelhafter und so am Ende der Banquerott des Körpers herbeigeführt werden. Die Ersparniß an Eiweiß und Fett nützt ihm nicht, sondern schadet ihm vielmehr, weil das überflüssige Fett im Blut entweder in die Gewebe der

Organe abgelagert wird, und so Entartungen dieser Gewebe hervorruft, oder sich in das Unterhautzellgewebe oder, außerhalb der Organe, in ihre Höhlen ablagert und so die Funktion dieser Organe beschränkt, während das ersparte Eiweiß doch nicht zur Gewebebildung verbraucht wird.

Die dem Arbeiter nöthige Kraft kann sich also nur gehörig entwickeln, wenn seine Nahrung quantitativ und qualitativ passend ist zur gehörigen Bildung der Gewebe seines Körpers, und zwischen Einnahmen und Ausgaben seines Körpers kein Mißverhältniß obwaltet. Dem nothleidenden Arbeiter fehlt aber die zur gehörigen Anbildung nöthige Nahrung, während die Ausgaben gleich vor sich gehen; es tritt also bei ihm zunächst ein Mißverhältniß zwischen Einnahmen und Ausgaben ein, welches durch Branntweingenuß nur in soferne etwas ausgeglichen wird, als derselbe die Ausgaben mäßigt; da nun aber, wie wir gesehen, durch den fortgesetzten Genuß dieser Getränke nicht nur die Gewebebildung, sondern auch die Blutbildung, und zwar durch krankhafte Affektion des Darmkanals und dadurch gestörter Secretion der Verdauungsflüssigkeiten, leidet, so beschränkt sich die ganze, etwas günstig scheinende Wirkung des Branntweins beim nothleidenden Arbeiter auf die durch ihn hervorgerufene momentane Aufregung seines Nervensystems, welche am Ende in Folge von Ueberreitzung mit einem lähmungsartigen Zustande der Centralorgane dieses Systems endet.

Aus dem Umstande, daß nach dem Genuß von alkoholischen Getränken weder die ausgeathmete Luft, noch der Schweiß, noch der Urin Spuren von Alkohol enthält, müssen wir schließen, daß sein Kohlenstoff und Wasserstoff im Körper zu Kohlensäure und Wasser verbrannt werde, um so mehr, als die Elemente des Alkohols eine größere Neigung haben, sich mit Sauerstoff zu verbinden, als die beim Stoffwechsel der Gewebe erzeugten, oder die die Gebilde selbst konstituirenden Elemente des Bluts, weswegen also der Alkoholgenuß nicht nur die Einwirkung des Sauerstoffs auf die Bildung der Gewebe, sondern auch die auf die Rückbildung vermindern muß, wodurch der Stoffwechsel überhaupt, und mit diesem die Krafterzeugung abnimmt, so daß also Alkoholgenuß die Körpertemperatur erhöht, ohne daß dabei ein entsprechendes größeres Maaß von Kraft zur Aeußerung kommt.

Da die Nahrung des fleischessenden Menschen nach Liebig

einen Ueberschuß von plastischen Nahrungsstoffen enthält, während derselben den größten Theil des Jahres hindurch die hiezu gehörigen Respirationsmittel fehlen, so tritt nach ihm bei fleischessenden Menschen eine besondere Neigung zum Branntwein ein, was Moleschott bestreitet, in dem er von der gewiß nicht unrichtigen Ansicht ausgeht, daß der Nachtheil, den der Fleischgenuß in dieser Beziehung mit sich bringt, nicht darin besteht, daß das Fleisch aus Mangel an sogenannten Respirationsmitteln dem Sauerstoff einen zu schwachen Widerstand entgegensetzt, sondern im Gegentheil darin, daß das Eiweiß und Fett des Fleisches eine größere Menge Sauerstoff erfordert, als z. B. die Fettbildner, und aus diesem Grunde verschmäht der Tropenbewohner Fleischkost, weil ihm sein zu heißes Klima nicht die erforderliche Menge Sauerstoff dazu liefert; wenn er nun neben der Fleischkost noch alkoholische Getränke genießt, so wird aus den oben angeführten Gründen der Nachtheil einer zu üppigen Fleischnahrung noch gesteigert und Blut und Gewebe auf eine krankhafte Weise mit Fett geschwängert. Ganz anders ist dieses, wie wir früher schon gesehen, im Winter und im kalten Norden, dessen Bewohner nicht nur weit mehr, sondern nach Schönbein auch einen viel kräftigern Sauerstoff einathmen, wodurch der Stoffwechsel viel rascher, und also auch mehr Kohlensäure ausgeschieden wird. Während nehmlich Eiweiß und Fett der Fleischnahrung mehr Sauerstoff erfordert, als die Fettbildner enthaltende Nahrung, dieser aber im kalten Norden in mehr als hinreichender Quantität eingeathmet wird, durch Branntweingenuß aber zugleich die Einwirkung dieses Sauerstoffs auf Eiweiß und Fett eine Beschränkung erleidet, so findet dadurch eine gesteigerte Wärmeentwicklung statt, ohne daß zu viel Fett verbrannt wird, welches sich unter die Haut ablagert, und dort, als schlechter Wärmeleiter, ebenfalls gegen die Einwirkung der Kälte schützt; deswegen ist der Branntweingenuß in kalten Klimaten bei Fleischnahrung nützlich, in warmen schädlich.

Als Respirationsmittel, sagt Liebig, nimmt der Alkohol einen hohen Rang ein, und durch seinen Genuß werden stärkemehl- und zuckerhaltige Nahrungsmittel entbehrlich; er ist unverträglich mit Fett, daher verlieren Personen, welche an Weingenuß gewohnt sind, beim Genuß von Leberthran die Neigung und Geschmack an Wein, und aus demselben Grunde essen nach Liebig

Personen, welche keinen Wein trinken, ein viel größeres Quantum von mehl= und zuckerhaltigen Speisen, und umgekehrt. Moleschott sieht den Grund, warum diejenigen, welche Wein trinken, viel weniger Mehlspeisen essen, als ohne Wein, nicht in dem Ersatz der mehl= und zuckerhaltigen Speisen als Respirationsmittel durch den Alkohol, sondern darin, daß der Weintrinker weniger Kohlensäure und weniger Harnstoff ausscheidet, und also aus dem Grunde weniger zu sich nimmt, weil er weniger ausgibt; ebenso verliert der Weintrinker beim Genuß von Leberthran den Geschmack an Wein, weil derselbe als Fett zu viel Sauerstoff zu seiner Verbrennung in Anspruch nimmt, Weingeist aber die Einwirkung des Sauerstoffs beschränkt.

Bei der Betrachtung der Wirkung der Alkoholika auf den menschlichen Organismus mag hier noch deren Wirkung in gewissen pathologischen Zuständen etwas näher betrachtet werden.

Schon im Jahre 1855 fand Bernard, daß alle diejenigen Stoffe, welche reizend auf die Leber einwirken, die Produktion von Zucker in diesem Organe vermehren, wozu namentlich auch die Alkoholika gehören; und derselbe Forscher fand wirklich bald darauf durch Versuche an gesunden Hunden, daß durch Alkoholgenuß auch wirklich die Zuckermenge in der Leber dieser Hunde vermehrt wurde. Beinahe gleichzeitig mit Bernard fand Günzler durch Beobachtung eines Diabetischen im Tübinger Klinikum dieselben Resultate, welcher Fall um so größeres Interesse hat, als schon längere Zeit gerade die Alkoholika als therapeutische Mittel bei Diabetes empfohlen wurden, weswegen derselbe hier bei der Betrachtung der Wirkung der Alkoholika auf den menschlichen Organismus näher bezeichnet zu werden verdient.

Dieser Kranke bekam abwechselnd einige Tage Alkoholika (rothen Wein mit Spirit. Vini rectificatissimus versetzt), dann wieder einige Tage Wasser, wobei die Menge der genossenen Speisen und Getränke genau aufgezeichnet, über die Diät die strengste Aufsicht geführt und der Harn von 12—12 Stunden sowohl auf Zucker=, als auch nach Liebigs Titrirmethode auf Harnstoff=Gehalt untersucht wurde.

Vor dieser Untersuchung entleerte dieser Kranke bei gemischter Kost, wozu er täglich ein Pfund Brod bekam, in 24 Stunden 5760 CC. M. Harn, dessen absoluter Zuckergehalt 281,59 Grm.

betrug, also 4,88%. Die spätern Untersuchungen umfaßten einen Zeitraum von 18 Tagen, und in den ersten 4 Tagen betrug bei überwiegender Fleischdiät, sparsamem Genuß von Amylaceen, Wasser und Bouillon als Getränk, die Gesammtmenge des ausgeschiedenen Harns 16480 CC., mithin durchschnittlich 4120 CC. in 24 Stunden. Die Gesammtmenge des durch den Harn ausgeschiedenen Zuckers betrug 339,968 Grm., wornach also durchschnittlich täglich 84,992 Grm. Zucker ausgeschieden wurden, also 2,04% durchschnittlich. Dabei war die Gesammtmenge des ausgeschiedenen Harnstoffs 273,454 Grm., also 68,363 Grm. täglich.

An den 4 weitern Tagen erhielt der Kranke bei derselben Kost täglich 3 Schoppen rothen Wein mit ℥ii Spirit. Vini rectificatissimus versetzt, 2 Schoppen Wasser und ½ Schoppen Bouillon, wobei die Gesammtmenge des ausgeschiedenen Harns während dieser 4 Tage 17080 CC., mithin die Harnmenge in 24 Stunden durchschnittlich 4270 CC. betrug. Die Gesammtmenge des durch den Harn ausgeschiedenen Zuckers war 529,498 Grm., also die tägliche Zuckerausscheidung durch den Harn durchschnittlich 132,374 Grm., wornach also dieser Harn 3,12% Zucker, demnach 1,08% mehr Zucker enthielt, als der der ersten 4 Tage ohne Alkoholgenuß. Die Harnstoffmenge betrug 277,977 Grm., so, daß dieser Harn durchschnittlich täglich 69,494 Grm. Harnstoff lieferte. Also war auch, trotz der größern Zuckerausscheidung, die Ausscheidung von Harnstoff vermehrt.

Da der Kranke am letzten dieser vier Tage noch Wein trank, so, daß man annehmen konnte, daß die Wirkung des Alkohols sich noch auf die nächsten 12—24 Stunden fortsetzte, so ließ Günzler diesen Tag außer der allgemeinen Rechnung, und setzte seine Versuche am darauf folgenden Tage bei derselben Diät und dem täglichen Genuß von 3½—5 Schoppen Wasser und einem Schoppen Bouillon fünf weitere Tage fort, wobei er fand, daß der Kranke während dieser Zeit 18440 CC. Harn ausschied, also durchschnittlich täglich 3692 CC. Die Gesammtmenge des durch den Harn ausgeschiedenen Zuckers betrug während dieser Zeit 567,943 Grm., also die tägliche Zuckerausscheidung durchschnittlich 113,588 Grm., so, daß dieser Harn 3,21% Zucker enthielt, während die Gesammtmenge des Harnstoffs 248,438 Grm., also die durchschnittliche tägliche Menge 49,684 Grm. betrug.

An den vier weitern Tagen, vom 25sten bis 28sten Juni inclus., erhielt der Kranke bei derselben Diät im Ganzen 15 Schoppen rothen Wein mit ℥viij Spirit. Vini rectificatissimus, 8 Schoppen Wasser und 2 Schoppen Bouillon und schied während der ersten zwei Tage, den 25sten und 26sten Juni, im Ganzen 9410 CC. Harn aus, also durchschnittlich täglich 4705 CC., wobei die Gesammtmenge des durch den Harn ausgeschiedenen Zuckers 341,377 Grm. betrug und also täglich im Durchschnitt 170,688 Grm. mit einem prozentischen Gehalt von 3,632. Die Gesammtmenge des Harnstoffs des in dieser Zeit ausgeschiedenen Harns betrug 147,188 Grm. Die tägliche Harnstoffmenge also im Mittel 73,594 Grm.

Zu bemerken ist aber hier, daß der Kranke schon am 1ten und 2ten dieser vier Tage zu schwitzen begann, während der zwei letzten Tage aber sehr copiöse und zugleich sehr zuckerreiche Schweiße erschienen, und deswegen die Resultate vom 27sten und 28sten Juni nicht zu gebrauchen waren.

Aus diesen Versuchen geht nur entschieden hervor, daß der Genuß der Alkoholika die Zuckerausscheidung durch den Harn bei Diabetes vermehrt, wie auch Bernard bei gesunden Hunden durch Alkoholgenuß die Zuckermenge in der Leber vermehrt fand. In den ersten vier Tagen schied der Kranke während des Genusses von Wasser durchschnittlich 84,992 Grm., in den darauf folgenden vier Tagen bei derselben Kost, aber bei Genuß eines mit Weingeist versetzten Weines 132,374 Grm. Zucker täglich aus. In den weitern fünf Tagen sank die tägliche Zuckerausscheidung bei Wassergenuß allerdings nicht mehr auf 84,9 Grm. herunter, sondern betrug 113,588 Grm., ein Umstand, der, wie Günzler ganz richtig bemerkt, noch der Nachwirkung des frühern Weingenusses zuzuschreiben ist. Da, wie ich früher bemerkte, ein Tag, nehmlich der 19te Juni, welcher unmittelbar auf vier Weintage folgte, und selbst bei Wassergenuß den höchsten absoluten Zuckergehalt, mit 180,604 Grm. lieferte, wegen dieser auffallenden Nachwirkung des Weingeistes in der allgemeinen Berechnung übergangen wurde, so ist es leicht denkbar, daß diese Nachwirkung sich noch, wenn auch in vermindertem Grade, auch auf die unmittelbar darauf folgenden Tage erstreckte, woher jene, auch bei Wassergenuß erhöhte Ausscheidung von 113,5 Grm. erklärlich wird. Als darauf am

25sten und 26sten Juni wieder Alkohol genossen wurde, stieg die absolute tägliche Zuckerausscheidung wieder rasch, so, daß diese Tage wieder 170,6 Grm. als durchschnittliche Menge lieferten. Die Steigerung der Zuckerausscheidung bei Diabetes durch den Genuß der Alkoholika ist also als erwiesen anzunehmen.

Auf gleiche Weise wird durch diese Untersuchung die bisherige, auf Täuschung beruhende Ansicht, daß bei Diabetes mellitus die Harnmenge die des genossenen Getränkes um das Zwei- und Dreifache übertreffe, gründlich widerlegt. In den ersten vier Wassertagen betrug die Menge der eingenommenen Flüssigkeiten 17400 CC. und die Gesammtmenge des ausgeschiedenen Harns 16480 CC., also um 920 CC. weniger. In den weiter folgenden vier Weintagen wurden im Ganzen 18200 CC. Flüssigkeit consumirt und nur 17080 CC. Harn ausgeschieden, also um 1120 CC. weniger. In den fünf weitern Wassertagen war die Gesammtmenge der eingenommenen Flüssigkeiten 20880 CC. und die des ausgeschiedenen Harns 18440 CC., also um 2440 CC. weniger. Nur in den zwei letzten Tagen, wo schon zuckerhaltige Schweiße eintraten, übertraf die Gesammtmenge des ausgeschiedenen Harns die der eingenommenen Flüssigkeiten um 10 CC., so, daß also in diesen 15 Tagen von diesem Kranken 4470 CC. weniger Harn ausgeschieden, als Flüssigkeiten eingenommen wurden.

Aehnliche Resultate fanden auch Nasse und v. Dusch, Letzterer besonders bei absoluter Fleischkost, während er bei gemischter Kost und absoluter Mehlkost das Gegentheil fand.

Wie schon durch frühere Versuche, so wurde auch durch diesen die früher ebenfalls irrige Ansicht gründlich widerlegt, daß nehmlich im Diabetes der Harnstoff entweder constant vermindert sei, oder ganz fehle, da in diesen 15 Tagen die tägliche Harnstoffausscheidung durchschnittlich 65,284 Grm. betrug.

Da, wie ich früher zeigte, die Menge der Harnstoffausscheidung sehr von der Nahrung abhängt und Fleischdiät dieselbe vermehrt, so konnte diese frühere Ansicht nur auf einer, physiologisch ganz unrichtigen Ansicht über Harnstoffbildung beruhen. Doch muß ich in dieser Beziehung hier noch bemerken, daß diese Harnstoffausscheidung nicht bei allen sogenannten Zuckerkrankheiten in gleichem Grade erfolgen kann. Wenn wir nehmlich bedenken, daß diese abnormen Zuckerausscheidungen theils die Folgen einer gestei-

gerten Zuckerbildung in der Leber sind, ohne daß dabei der Oxydationsprozeß abnorm ist, theils von wirklich mangelhafter Oxydation im Respirationsprozesse herrühren ohne Vermehrung der Menge des secernirten Zuckers, so kann in diesen beiden Fällen die Harnstoffausscheidung nicht gleich sein, sondern muß in Fällen der letztern Art bedeutend vermindert werden.

Bezüglich der aus verschiedenen Versuchen hervorgehenden Wirkungen der alkoholischen Getränke auf den menschlichen Organismus können wir im Allgemeinen folgende, als der richtigen Ansicht am nächsten stehende Resultate hervorheben:

1) Die Elemente des genossenen Alkohols werden im Körper zu Kohlensäure und Wasser verbrennt, wodurch nothwendig eine entsprechende Steigerung der Wärmeentwicklung erfolgen muß.

2) Der eingeathmete Sauerstoff hat zu den Elementen des Alkohols eine größere Verwandschaft, als zu den gewebebildenden Stoffen des Bluts, und zu den Rückbildungsstoffen der Gewebe; daher muß

3) die Ansammlung von Fett in Folge verminderter Verbrennung desselben durch Alkoholgenuß gesteigert, die Gewebebildung dagegen aus dem Blute, sowie die Rückbildung der Gewebe vermindert werden, weil Beides nur unter Aufnahme einer gehörigen Menge von Sauerstoff von statten gehen kann.

4) Der Alkoholgenuß vermindert also den Stoffwechsel und hiedurch auch die gehörige Entwicklung von Kraft.

5) Durch die Verminderung des Stoffwechsels in Folge von Alkoholgenuß muß auch, unter sonst gleichen Verhältnissen, also z. B. im gemäßigten Klima, der Appetit, also die Aufnahme von Nahrung, vermindert werden, weswegen Personen, die keinen Wein trinken, mehr essen, als Weintrinker.

Da es erwiesen ist, daß Fett und die Eiweißstoffe des Fleisches weit mehr Sauerstoff erfordern, als eine stickstofflose, Fettbildner enthaltende Nahrung, so können Tropenbewohner, welche verhältnißmäßig wenig Sauerstoff einathmen, auch weniger Fleischspeisen und Fett genießen, und sind mehr auf eine stickstofflose Nahrung angewiesen.

7) Weil der Alkoholgenuß viel Sauerstoff in Anspruch nimmt, so ist dieser Genuß in heißen Klimaten viel nachtheiliger, und zwar um so mehr, wenn zugleich Fleischkost damit genossen wird.

8) In kalten Klimaten dagegen, wo die Wirkung des einge-

athmeten Sauerstoffs nicht nur quantitativ, sondern auch qualitativ gesteigert ist, wirkt der Branntweingenuß auf eine doppelte Art zur Entwicklung der nöthigen Wärmemenge, indem er durch Verbrennung seiner Elemente Wärme liefert, und hiedurch so viel Sauerstoff in Anspruch nimmt, daß weniger Fett verbrannt wird, welches, unter die Haut abgelagert, als schlechter Wärmeleiter gegen Kälte schützt.

9) Weil bei Greisen die Anbildung nicht Schritt hält mit der Rückbildung, und es also Hauptaufgabe für sie ist, Stoff und Kraft zu sparen, so ist für sie der Wein am passendsten, weil er auf der einen Seite die Ausgaben mindert, auf der andern Seite durch Vermehrung der Secretion des Magensaftes die Verdauung befördert.

---

Dieses wären nun die gebräuchlichsten festen und flüssigen Nahrungsmittel für den Menschen, die früher weiter nichts als eine langjährige Erfahrung als die tauglichsten kennen lehrte; aber merkwürdiger Weise zeigt uns in der neuesten Zeit der Fortschritt in der organischen Chemie, daß die Bestandtheile dieser Speisen, die der Mensch durch bloße Erfahrung als die tauglichsten kennen lernte, mit den Bestandtheilen seines Blutes auf eine wahrhaft überraschende Weise übereinstimmten, und da diese Stoffe des Bluts Eiweißstoffe, Fette und anorganische Bestandtheile sind, so ist der Mensch, wie jedes höher stehende Thier, auf eine Nahrung hingewiesen, welche alle diese Stoffe enthält. Trotz dieser Erfahrung wurden von verschiedenen Forschern, wie von Tiedemann und Gmelin, jener bekannten Pariser Kommission, Doné, Edwards, Gannal, Chossat, Letelier, Marcet und Macaire unzählige Versuche darüber angestellt, ob auch die einzelnen Bestandtheile der Nahrung, wie Eiweiß, Faserstoff, Casein, Knochenleim, Zucker, Butter, Stärkemehl, Gummi und dgl. ausschließlich für sich im Stande seien, das Leben eines Thieres zu erhalten, wobei sich das gemeinschaftliche Resultat herausstellte, daß alle zu diesen Versuchen gebrauchten Thiere nach kürzerer oder längerer Zeit mit den Zeichen der Inanition starben. So wichtig nun diese gewonnenen Resultate für den Arzt sind, und so gewiß er nun weiß, daß der Mensch zur Erhaltung seines Lebens in seiner Nahrung außer den Eiweißstoffen auch eine gewisse Menge von Fettbildnern und Fett

unumgänglich nöthig hat, ebenso wichtig ist es, zu wissen, in welchem Verhältnisse diese organischen Bestandtheile in der Nahrung enthalten sein müssen, damit gerade durch diese Nahrung nicht der Grund zu verschiedenen krankhaften Zuständen gelegt werde; ein Umstand, auf den bisher viel zu wenig oder eigentlich gar keine Rücksicht vom ärztlichen Standpunkte aus genommen wurde; und wenn auch einzelne wenige Aerzte in der letzten Zeit diesem höchst wichtigen Gegenstande ihre Aufmerksamkeit zulenkten, so ist dieses in der neuesten Zeit mit dem entschiedensten Erfolge von dem hessischen Medizinalrathe Dr. C. Fuchs geschehen. Fuchs, von der Ansicht ausgehend, daß die in den verschiedenen Welttheilen vorherrschend auftretenden Krankheiten vorzugsweise von der üblichen Nahrung abhängen, wählte diesen Umstand zum Gegenstand seiner Untersuchung und theilt zu diesem Zwecke die Bewohner unserer Erde in 3 Klassen: nehmlich Grönländer, die Bewohner des übrigen Europas und Neger, untersuchte die übliche Nahrung dieser 3 Klassen in Beziehung auf ihren Gehalt an Eiweißstoffen, Stärkemehl und Fett, und verglich die dabei gewonnenen Resultate mit den unter ihnen vorzugsweise vorrherrschenden Krankheiten.

Betrachten wir nun die Nahrung dieser 3 Menschenracen, so stellt sich in Beziehung auf das Verhältniß der eiweißartigen Bestandtheile derselben zu den fett- und stärkemehlhaltigen Stoffen wirklich ein auffallender Unterschied heraus, da die Grönländer in 100 Theilen Nahrung 7,82 Eiweißstoffe und 48,45 Fett, die übrigen Europäer 23,68 Eiweiß und 25,03 Stärkemehl und Fett, und der Neger 2,7 Eiweiß und 62,02 % Stärkemehl und Fett in seiner Nahrung erhält, so daß also der Grönländer ohngefähr 6mal so viel Fett als Eiweiß, der Europäer ohngefähr eben so viel Eiweiß als Fett und Stärkemehl, und der Neger 23mal so viel Stärkemehl und Fett als Eiweiß in seiner Nahrung genießt.

Bezüglich der unter den genannten 3 Menschenracen vorzugsweise vorherrschenden Krankheiten sind unter den Grönländern besonders katarrhalische Affektionen der Respirationsschleimhaut vorherrschend, so daß nach Crantz die meisten Grönländer an chronischem Katarrh und deren Kinder an Bronchitis sterben, während die übrigen Europäer in überwiegender Anzahl Krankheiten unterliegen, hervorgerufen durch Ablagerungen, deren Hauptbestandtheile Eiweiß und Faserstoff sind, nehmlich Skrofeln, Phthisis

tuberculosa, Meningitis tuberculosa, Croup, Krebs, Typhus abdominalis und dgl. Die Neger dagegen sind besonders Unterleibskrankheiten unterworfen, die namentlich in Affektionen des Dickdarms und der Leber bestehen, da die meisten Todesfälle unter ihnen in Folge von Ruhr, Hepatitis, Cholera und Durchfall vorkommen.

Nun zeigen uns aber die oben angeführten Verhältnisse über das Verhältniß des Eiweißes zu Fett und Stärkemehl in der Nahrung, daß der Europäer 3mal so viel Eiweiß als der Grönländer, und 8mal so viel als der Neger in seiner Nahrung zu sich nimmt, aus welchem Grunde sich einem der Gedanke von selbst aufdrängt, daß die genannten Eiweißkrankheiten des Europäers, von welchen weder der Neger, noch der Grönländer befallen wird, nur die Folge des im Verhältniß zu Fett und Stärkemehl überschüssig genossenen Eiweißes sein müssen, woraus aufs Entschiedenste hervorgeht, von welch' hoher Wichtigkeit zur Erhaltung der Gesundheit es ist, daß Eiweiß, Fett und Stärkemehl in der Nahrung in einem gewissen Verhältnisse genossen werden.

Die früher angeführten Untersuchungen der verschiedenen genannten Forscher haben außer dem Beweise, daß kein höheres Thier im Stande ist, durch den ausschließlichen Genuß der einzelnen, in der Nahrung enthaltenen organischen Bestandtheile sein Leben zu erhalten, noch das weitere wichtige Resultat geliefert, daß die ausschließlich mit Eiweiß und Faserstoff gefütterten und gestorbenen Thiere ein hellrothes, wässeriges, dünnflüssiges und cruorarmes Blut enthielten, und daß deren Muskeln weich, blaßroth und atrophisch waren, während das Blut der mit Zucker gefütterten Thiere zu einer festen, scharlachrothen Masse gerann.

Ebenso wurden nach Fuchs die Muskeln der vorzugsweise mit Kartoffelschlämpe gefütterten Ochsen blaß, wässerig, durchscheinend, und, lange fortgesetzt, entwickelte sich bei diesen Thieren eine Art wassersüchtigen Zustandes, und zwar aus dem Grunde, weil in dieser, durch Brennen beinahe alles Stärkemehls beraubten Schlämpe nur noch Eiweißstoffe zurückbleiben, und also bei ausschließlicher Fütterung damit ein zu großes Uebergewicht der Eiweißstoffe über Fett und Stärkemehl vorherrscht, weswegen bei der Fütterung mit Kartoffelschlämpe ein Zusatz von stärkemehlhaltiger Nahrung unumgänglich nöthig ist. Auch das Fleisch der mit Roggen und Milch gefütterten Schweine wird blaßroth, wässrig und durchscheinend,

während ein mit Gerste und Kartoffeln gefüttertes Schwein das beste Muskelfleisch hat, weil in der Gerste das Verhältniß des Eiweißes zum Stärkemehl ist wie 1 : 19 und in der Kartoffel wie 1 : 20, während der Eiweißgehalt des Roggens zu dem von Stärkemehl sich wie 1 : 5 und der des Caseins der Milch zum Butter und Milchzucker wie 1 : 1 verhält. Wir wissen ferner, daß nur ein Pferd, welches viel Hafer bekommt, im Stande ist, schwere Lasten zu ziehen; der Hafer aber enthält 25mal mehr Stärkemehl und Zucker als Eiweiß; um also die Fähigkeit zu starken Muskelanstrengungen zu erhalten, ist ein Vorherrschen von Stärkemehl und Fett über das Eiweiß in der Nahrung nothwendig. Wir können dieses am Besten an den Sennen unserer Alpen beobachten, deren Nahrung vorzugsweise in Milch, Kartoffeln und Butter besteht, welche sich dabei einer ausgezeichneten Gesundheit erfreuen und eine Körperkraft entwickeln, welche oft Staunen erregt. Hier kann ich nicht umhin, eines von mir selbst schon vor mehreren Jahren beobachteten, in dieser Beziehung sehr interessanten Falles kurz zu erwähnen, welcher den damals 22jährigen, an Lungentuberkeln leidenden Sohn eines Bauern in dem benachbarten Baiern betraf. Nachdem dieser bei mir ärztliche Hülfe suchende junge Mann trotz aller angewandten Mittel im Frühjahr des Jahres 1846 so heruntergekommen war, daß er, ganz abgemagert, kaum mehr laufen konnte, und ich mit Recht seiner nicht mehr zu lange anstehenden Auflösung entgegensehen konnte, kam er eines Tags noch einmal zu mir, um mir anzuzeigen, daß er sich entschlossen habe, diesen Sommer in der bei Staufen gelegenen Alpe seines Vaters zuzubringen, welchen Entschluß ich mit dem Bemerken billigte, daß ich nur fürchte, daß er zu schwach sei, um hineinzukommen. Er ließ sich aber nicht abschrecken und gieng, kam auch glücklich auf der Alpe an, worauf ich 3 Monate nichts mehr von ihm hörte, bis auf einmal sein Vater mich mit der Nachricht überraschte, daß er, gerade von seiner Alpe kommend, mir nur die Nachricht mittheilen müsse, daß sich sein Sohn im Gebirge sehr gebessert, indem er nicht nur seine so auffallende Magerkeit verloren, sondern auch viel an Kraft gewonnen habe. Nachdem er 5 volle Monate auf dieser Alp zugebracht, während welcher Zeit seine Nahrung hauptsächlich in Butter, Kartoffeln und Milch bestand, und er, gegenüber von

früher, nur sehr wenig Fleisch bekam, kam er wahrhaft auffallend gebessert und kräftig zurück und ist jetzt, nachdem er diese Cur in den folgenden 2 Sommern wiederholt, ein gesunder und kräftiger Familienvater. Damals glaubte ich, daß nur die reine Gebirgsluft, verbunden mit einer passenden, steten Bewegung, diese Besserung bewirkt; jetzt habe ich die Ueberzeugung, daß es nur die veränderte Diät, und namentlich das Vorherrschen von Fett- und Milchzucker in seiner Nahrung war, was ihn vom sichern Tode rettete und ihm eine Kraft verlieh, die nichts zu wünschen übrig läßt. So erzählt uns auch Fuchs, daß die Hammerwerkbesitzer bei Siegen früher gewohnt waren, jedem Schmiede, um ihn in Kraft zu zu erhalten, täglich ½ Pfund Butter zu essen zu geben, wodurch sie ihren Zweck vollkommen erreichten, während dieselben Arbeiter, nachdem später die Verabreichung von Butter aufgehört, viel weniger Kraft entwickelten und ein schlechtes Aussehen bekamen.

Weil nun Muskeln und Blut der mit Eiweißstoffen gefütterten Thiere blaß und wässerig wurden, das Blut der mit Zucker gefütterten Thiere dagegen zu einer festen, rothen Masse gerann, und ein Futter von Gerste und Kartoffeln ein vorzügliches Schweinefleisch erzeugt, so schließt Fuchs mit Recht, daß das übermäßig im Verhältniß zu Fett und Stärkemehl genossene Eiweiß den Körper zu Ab- und Ausscheidungen von flüssigen Stoffen disponire, während auf der andern Seite ein Ueberwiegen von fett- und stärkemehlhaltigen Theilen der Nahrung Eiweiß zum Gerinnen zu bringen und die Bildung von Faserstoff zu befördern scheint. Daß die fett- und stärkemehlhaltigen Theile der Nahrung wirklich die Fähigkeit besitzen, Eiweiß zu organisiren, davon führt Fuchs einen wirklich höchst interessanten Fall an. Er bekam im Jahre 1854 eine 28jährige Taglöhnerin in Behandlung mit einer am Unterkiefer und am linken Unterschenkel befindlichen Geschwulst, welche beide, wie die Einschnitte zeigten, mit Tuberkelmasse angefüllt waren. Nach dem Einschneiden begann sich diese Tuberkelmasse an verschiedenen Stellen zu erweichen, es floß viel eiterartige Materie aus, und es bildeten sich Höhlen, mit welchen sich ganze Stücke ablösten und trennten, während anderseits schon gebildete Höhlen sich wieder mit neuer Tuberkelmasse anfüllten. Die Kranke bekam von Ende Januar bis zum 16ten Mai ganze Kost, ohne daß sich der Zustand dieser Geschwüre besserte, indem sich

immer wieder von Neuem rohe Tuberkelmassen erzeugten und die Geschwüre überhaupt ein böses Ansehen erhielten. Vom 17ten Mai an bis 17ten Juni wurde die Nahrung geändert, und die Speisen, welche die Kranke während dieser Zeit erhielt, bestanden in $15\frac{1}{2}$ Pfund magerem Fleisch, 7 Pfund Weizenmehl, 9 Loth Eiern, $38\frac{3}{4}$ Pfund Roggenmehl, $15\frac{1}{2}$ Pfund Milch, 31 Pfund Fleischbrühe und $15\frac{1}{2}$ Pfund Hülsenfrüchte, im Ganzen also in $123\frac{3}{4}$ Pfund, so daß auf den Tag 4 Pfund Nahrung kam. In dieser Nahrung war nun das Verhältniß des Eiweißes zum Stärkemehl wie 1 : 1,9, und des Eiweißes zum Fett wie 1 : 0,04. Während dieser Nahrung begann sich schon nach 5 Tagen die Tuberkelmasse zu erweichen mit jauchigem, stinkendem Ausfluß, die größern Stücke lösten sich los, so daß nach 10 Tagen die ganze Tuberkelmasse im Zerfließen begriffen war mit rothbräunlichem Ausflusse; neben diesem rothbräunlichen Eiter, der beim Druck aus der Tiefe kam, secernirte die Oberfläche ein mehr wässeriges Produkt in großer Menge und von sehr üblem Geruch; durch das gänzliche Zerfließen der Tuberkelmasse bildeten sich mehrere Höhlen, welche einen dünnen, jauchigen Eiter enthielten, die Granulationen auf dem Grunde sahen blaß aus, es wurde eine stinkende Jauche abgesondert und die ganze Oberfläche bekam das Aussehen eines schlechten Geschwüres; dabei änderte sich auch das Allgemeinbefinden, das Gefäßsystem wurde aufgeregt, 90 bis 100 Pulsschläge in der Minute, es erfolgte Abmagerung und die Haut wurde trocken, rauh und schuppte sich ab. Die Symptome des hektischen Fiebers und die Schmerzhaftigkeit des Geschwürs nahmen so zu bis zum 16. Juni, wo das Geschwür eben war, weil alle Tuberkelmassen sich erweicht und entleert hatten. Vom 17. Juni an erhielt die Kranke fettes Fleisch, Haferbrod, Gerstenbrod, Butter, Nierenfett, Reis, Sago, Kartoffeln, Milch und Kaffee, so daß sie täglich wieder 4 Pfund verzehrte, also eine Nahrung, in welcher das Eiweiß im Verhältniß zum Stärkemehl enthalten war wie 1 : 12,2 (statt früher wie 1 : 1,9), und zum Fett wie 1 : 4,5 (früher wie 1 : 0,04), und das darin enthaltene Fett sich zum Stärkemehl wie 1 : 2,7 verhielt. Die ersten 5 Tage während dieser Diät zeigte sich keine Veränderung auf der Geschwürsfläche; am 6ten Tage begannen die vorher blassen Granulationen an einzelnen Stellen ein rothes Aussehen zu erhalten, und es wurde

besserer Eiter secernirt, so daß bis zum 27. Juni die Hälfte des Geschwürs am Schenkel mit rothen Granulationen versehen war; zugleich sonderte dasselbe einen dicken, gelben, rahmartigen Eiter mit dem gewöhnlichen Eitergeruch ab, und die Vertiefungen der Granulationen füllten sich mit gelblich-weißem, emulsionartigem Ueberzuge aus, so daß bis zum 6. Juli das gute Aussehen des Geschwürs sich bis zu $^2/_3$ erweiterte. Am 11. Juli war das obere Drittheil vernarbt, das mittlere Drittheil von gutem Aussehen, und nur das untere Drittheil sah noch schlecht aus, war geschwollen und sonderte eine stinkende Jauche mit Tuberkelstücken ab. Bis zum 20. Juli heilten die zwei obern Drittheile und nur das untere sonderte noch einen dünnen, mit Tuberkelmasse vermischten Eiter ab. Von nun an bildete sich keine Tuberkelmasse mehr, die Wundfläche erhielt ein gutes Aussehen, der Eiter wurde dick, gelb, rahmartig, und schon am 26. Juli begann auch am untern Drittheile der Vernarbungsprozeß, und sowohl an den Rändern, wie in der Mitte bildeten sich Brücken. Nachdem dieselbe Diät auch im August noch fortgesetzt wurde, war eine am 12. August am untern Rande sich bildende Anschwellung schon nach 4 Tagen wieder verschwunden, die Heilung erfolgte nun rasch und wurde nur durch folgenden Versuch etwas hinausgeschoben. Weil nehmlich im August bei geringer Eiterung die Baumwollwatte öfters fest anklebte, so wurde das Geschwür mit einfachem Cerat verbunden, worauf gleich am andern Tag vermehrte Eiterung eintrat und mit jedem Tag zunahm. Nach 8 Tagen wurde wieder ohne Cerat verbunden und sogleich wurde die Eiterung geringer und hörte nach 2 Tagen ganz auf. Derselbe Versuch wurde zweimal wiederholt und stets mit demselben Erfolg; ein Beweis für das rationelle Verfahren unserer chirurgischen Salbendoktoren. Ende Semptember war die Wunde geschlossen und vernarbt. Bezüglich des Allgemeinbefindens dieser Kranken ist hier noch zu bemerken, daß sich dasselbe während des Julis und August zusehends besserte, nachdem sie schon Ende Juni das hektische Fieber verlassen hatte; die Fettablagerung vermehrte sich, die Haut bekam ein besseres Aussehen, die Glieder rundeten und die Wangen rötheten sich, und nachdem die Hautabschuppungen verschwunden, wurde die Haut glatt und fein. Während des Verlaufs der ganzen Krankheit zeigte sich nie Eiweiß im Urin.

Aus der oben bezeichneten Beschaffenheit des Fleisches der

mit Milch und Roggen gefütterten Schweine, sowie der mit Branntweinschlämpe gefütterten Ochsen, wie aus dem ebenfalls näher bezeichneten Einfluß einer Nahrung aus Kartoffeln und Gerste auf die Beschaffenheit des Fleisches der Schweine, und namentlich aus dem Einfluß der genau bezeichneten Nahrung der kranken Taglöhnerin auf ihr Allgemeinbefinden und das Aussehen und das Secret ihrer Geschwüre, geht doch gewiß die nicht zu läugnende Thatsache hervor, daß der Genuß einer zu reichlichen eiweißhaltigen Nahrung, ohne daß dabei eine gehörige Quantität von fett- und stärkemehlhaltigen Stoffen mitgenossen wird, die Ab- und Ausscheidung der flüssigen Stoffe befördert, und eine Art wassersüchtigen Zustand herbeiführt, und daß Geschwüre bei Menschen hiedurch bei blassen Granulationen eine wässerige Jauche und übelriechende Stoffe absondern, während fett- und stärkemehlhaltige Nahrung in überwiegender Menge über die Eiweißstoffe die Gewinnung von Eiweiß und die Bildung von Faserstoff befördert, indem die Muskeln der auf diese Weise gefütterten Thiere fest und kernig werden, statt reich und durchscheinend, die blassen Granulationen der Geschwüre sich röthen, und statt eines wässerigen, jauchigen und stinkenden Eiters ein dicker, gelber, rahmartiger Eiter mit dem normalen Eitergeruch abgesondert wird.

Nachdem es nun erwiesen, daß in einer zur Erhaltung von Gesundheit und Kraft passenden Nahrung ein bestimmtes Verhältniß von Eiweiß zu Fett und Stärkemehl obwalten muß, entsteht natürlich die Frage, in welchem Verhältnisse nun wirklich das Eiweiß zum Fett und Stärkemehl in einer solchen Nahrung enthalten sein müsse, wozu uns die von Fuchs bei seiner kranken Taglöhnerin gemachten Erfahrungen wenigstens annährend den gewünschten Aufschluß geben. Wir haben gesehen, daß bei dieser Kranken die vom 17. Mai bis 17. Juni gereichte Nahrung, welche ohngefähr eben so viel Eiweiß als Stärkemehl und viel weniger Fett als Eiweiß enthielt, sowohl auf das Allgemeinbefinden derselben, als auch auf das Aussehen ihrer Geschwüre und die Beschaffenheit des von ihnen secernirten Eiters einen höchst ungünstigen Einfluß hatte, indem nicht nur die Erscheinungen des Zehrfiebers eintraten, sondern auch ihre Geschwüre in soferne einen bösen Charakter annahmen, als die Tuberkelmassen zerflossen, die Granulationen blaß aussahen, und ein stinkender, jauchiger Eiter secernirt wurde. Erst, nachdem

die Kranke einige Zeit hindurch eine Nahrung erhielt, welche ohngefähr 12mal so viel Stärkemehl als Eiweiß, $4\frac{1}{2}$mal so viel Fett als Eiweiß und 3mal so viel Stärkemehl als Fett enthielt, besserte sich nicht nur das Allgemeinbefinden, sondern auch das Aussehen der Geschwüre zusehends, bis dieselbe ganz gesund wurde. Aus diesen Zahlen sehen wir, in welchem Verhältnisse wir die Eiweißstoffe im Verhältniß zum Fett und Fettbildnern geben müssen, um sowohl Gesunde gesund zu erhalten, als auch Verwundete, oder mit Geschwüren behaftete Zehrkranke wieder zur Gesundheit zurückzuführen. Gleichzeitig geht aber aus diesem eclatanten Beispiele hervor, welchen Nachtheil die Behandlung solcher Geschwüre mit den unzähligen, in den Pharmakopöen verzeichneten, und von unsern Chirurgen angewandten Pflastern und Salben nach sich zieht.

Wie wir bei der Verdauung gesehen, ist besonders hier die Salzsäure und die Milchsäure thätig, namentlich bei der Verdauung der Eiweißkörper, sowie durch Milchsäure besonders das Eisen in lösliches Salz übergeführt wird. Da nur zucker-, fett- und stärkemehlhaltige Nahrung die Entstehung der Milchsäure im Magensaft vermehrt, so muß durch diese Nahrung die Verdauung der Eiweißkörper befördert werden. Ebenso muß, da die Erdsalze und das Eisen durch Milchsäure gelöst werden, eine solche Nahrung die Zufuhr von Eisen und Erdsalzen zum Blute vermehren.

Ein Verhältniß der Eiweißstoffe zu Fett und Stärkemehl, wie es gewöhnlich in der Nahrung der Europäer obwaltet, begünstigt also tuberkulose Ablagerungen, und erscheint somit als eine Quelle der unter ihnen so überwiegend vorherrschenden Krankheiten, wie Skrofeln, Phthisis tuberculosa, Krebs und dgl., und der Grund zu diesen Krankheiten wird in der Regel schon durch die Ernährung der Kinder gelegt. Wie wir nehmlich weiter oben sahen, ist das quantitative Auftreten der drei Hauptbestandtheile der Milch, sei es Mutter-, Ammen- oder Kuhmilch, so verschieden, daß Simon in der Frauenmilch als Maximum des Milchzuckers 6,24, als Minimum 3,92, als Maximum des Caseins 4,52, als Minimum 1,96, als Maximum der Butter 5,40, als Minimum 0,80% fand. Wie wir ferner gesehen, haben diese großen Schwankungen nur in der Nahrung ihren Grund, so daß nach den Versuchen von Simon und Andral bei absoluter Fleischnahrung der Zucker in der Milch beinahe ganz verschwand, während das Casein, sowie

die Butter zunahm, so wie sie bei stärkemehlhaltiger Nahrung den Zuckergehalt der Milch vermehrt fanden, was nothwendigerweise so eintreten muß, weil, wie ich in diesem Werke hinlänglich dargethan, alle Absonderungen aus dem Blute stammen. Aus diesem quantitativ so verschiedenen Verhältnisse des Caseins zum Butter- und Zuckergehalt der Milch, wie dasselbe aus den Untersuchungen Vieler, namentlich aber aus denen von Simon hervorgeht, erklärt sich nun der Umstand, warum so viele, bloß mit Milch aufgezogene Kinder skrofulos und tuberculos werden, und warum die Milch bald als Ursache, bald als Heilmittel der Skrofeln ausgegeben wurde. Eine Milch nehmlich, welche ohngefähr eben so viel Casein als Milchzucker, und eben so viel, oder noch weniger Butter, als Casein enthält, wird den Säugling nicht gehörig ernähren, und begünstigt wegen des zu reichlichen Gehalts an Casein, gegenüber dem Zucker- und Buttergehalt, die Ablagerung von Tuberkelmassen und erzeugt Skrofeln; eine Milch dagegen, welche ohngefähr 6 bis 7mal so viel Zucker als Casein und 3—4mal so viel Butter als Casein enthält, wird den Ausbruch der Skrofeln, sowie die Ablagerung von Tuberkelstoffen hindern. Da es nun, wie wir gesehen, in unserer Macht liegt, durch Aenderung der Nahrung der Mutter oder Amme auf den Casein-, Butter- und Zuckergehalt der Milch einzuwirken, so geht daraus hervor, wie wichtig es für die Gesundheit des Säuglings ist, daß wir Aerzte den quantitativen Inhalt der von ihm genossenen Milch an den drei genannten Hauptbestandtheilen genau kennen, damit wir hiedurch in den Stand gesetzt werden, durch eine passende Nahrung für Mutter oder Amme dem Säugling eine Milch zu verschaffen, welche allein im Stande ist, ihn gesund zu erhalten, und nicht gleich Anfangs in ihm den Grund zu chronischem Siechthum legt; daher wollen wir von den Chemikern erwarten, daß sie uns in Bälde mit einem einfachen und kurzen Verfahren, die quantitative Beschaffenheit der Milch bezüglich dieser drei Stoffe zu bestimmen, bekannt machen, wie es breits bezüglich der Untersuchung des Harns geschehen durch die sogenannte Titrirmethode.

Gerade so ist es auch mit der Kuhmilch, der Hauptnahrung für schon entwöhnte Kinder; bei einem Vorherrschen von Casein darin wird auch sie die Ausbildung von Skrofeln und tuberculose Ablagerungen befördern, was um so mehr der Fall sein wird, wenn,

wie es gewöhnlich geschieht, das Kind zu dieser Milch noch kleberreiches Brod bekommt. Da es aber nicht so sehr in unserer Macht liegt, durch Aenderung des Futters auf die Bestandtheile der Kuhmilch einzuwirken, weil viele, besonders die Bewohner der Städte, dieselbe zu kaufen genöthigt sind, so können wir den Nachtheil des Genusses einer solchen Milch dadurch bedeutend vermindern, daß wir daneben den Kindern statt Brod Arrow-root, Butter, Zucker und Kartoffeln geben.

Bekanntlich ist der Leberthran ein sehr beliebtes Heilmittel gegen Skrofeln der Kinder und Phthisis tuberculosa der Erwachsenen. Nun ist aber der Hauptbestandtheil dieses Thrans Oelsäure, wovon er 74% enthält; außerdem enthält er noch andere Fette in unbedeutender Menge. Sein Jodgehalt ist so unbedeutend, daß er unmöglich einen Antheil an seiner Wirkung haben kann, da der ächte nie mehr als 0,05% Jod enthält, und man nach Schloßberger bei einem Mehrgehalt von Jod auf Verfälschung schließen kann, so daß jeder unbefangene Arzt die allerdings oft ausgezeichnete Wirkung dieses Mittels nur seinem Fettgehalt zuschreiben wird, indem nehmlich durch diesen außerordentlichen Fettgenuß neben anderer passender Nahrung das vorher verkehrte Verhältniß zwischen Eiweiß und Fett in der Nahrung ein richtiges wird. Wie wir nehmlich gesehen, übt das Vorherrschen von Eiweiß in der Nahrung einen sehr nachtheiligen Einfluß aus, indem es die Ablagerung von Tuberkelmassen begünstigt und das Zerfließen der schon abgelagerten befördert; während umgekehrt eine Nahrung, in welcher Fett und Stärkemehl über Eiweiß vorherrscht, nicht nur auf die schon abgelagerten Tuberkelmassen einen sehr vortheilhaften Einfluß ausübt, sondern auch die Ablagerung neuer Massen verhindert, nur muß dieses Vorherrschen, wenn nicht eine Inanitionskrankheit die Folge davon sein soll, in einem gewissen, oben näher bezeichneten Verhältnisse stattfinden. Wenn wir aber bedenken, wie blindlings bisher dieser Thran von den meisten Aerzten bei Kindern und Erwachsenen angewendet wurde, indem sie ihn täglich Unzenweis ohne genaue Berücksichtigung der übrigen Diät nehmen ließen, so kann es wirklich nicht auffallen, daß dieses Mittel in so vielen Fällen nicht entsprach und auch nicht entsprechen konnte.

Da nun dieser Thran offenbar keine andere Wirkung hat, als andere Fette, die man bisher in der Kinder-Diätetik so sehr

gefürchtet, so habe auch ich die feste Ueberzeugung, daß fettes Ochsenfleisch, Butter und Kartoffeln diese grönländische Delikatesse vollkommen zu ersetzen im Stande sind. Da ferner Kinder in ihrer Nahrung zur Anbildung sehr viele anorganische Stoffe nöthig haben, und Gemüse, wie Salat, Kartoffeln und Küchenkräuter eine große Menge von Salzen enthalten, so ist ein Zusatz von diesen Gemüsen zu obengenannter Nahrung bei Kindern sehr passend.

Die Physiologie ist, gestützt auf die Anatomie, die Grundlage der ganzen Medizin; geben wir Aerzte uns daher Mühe, uns mit den physiologischen Verhältnissen des menschlichen Organismus, und namentlich mit denen der Verdauung, Anbildung und Rückbildung, so genau als möglich bekannt zu machen, und wir werden sehen, wie unendlich Vieles wir durch eine richtige Diät zu leisten im Stande sind; wir werden erfahren, daß es in unserer Macht liegt, die Quellen zu dem verheerendsten Siechthum schon in dem kindlichen Organismus abzuschneiden, zugleich aber auch inne werden, daß viele chronische Leiden Erwachsener einzig und allein durch eine ganz veränderte, dem individuellen Falle anpassende Diät zu heben sind, wovon jener, von mir oben angeführte, durch eine veränderte Diät in der Sennalpe so glücklich geheilte junge Mann, und zwar ohne allen Leberthran, als eclatantes Beispiel dasteht.

Nachdem es nun erwiesen, von welch' hoher Wichtigkeit es für die Gesundheit des Menschen ist, daß Eiweiß, Fett und Stärkemehl in seiner Nahrung in einem richtigen Verhältnisse enthalten ist, erscheint es als Pflicht für uns Aerzte, auf die genannten Erfahrungen hin, sowohl bei Kindern als Erwachsenen, bei Gesunden wie bei Kranken, diese diätetischen Versuche nach Kräften zu fördern; namentlich haben die an Erziehungsinstituten angestellten Aerzte die beste Gelegenheit, und also auch die doppelte Verpflichtung, in dieser Beziehung zu wirken, da es namentlich ihnen an die Hand gegeben ist, durch eine passende Diät die Gesundheit der ihrer Obhut anvertrauten Jugend zu erhalten, und die Anlagen zu den genannten mörderischen Krankheiten im Keime zu ersticken, und ich habe die feste Ueberzeugung, daß, wenn alle Aerzte, durchdrungen von ihrem Berufe, bei den ihrer Obhut anvertrauten Familien ihre Hauptaufmerksamkeit auf eine passende, bisher so sehr vernachläßigte Diät richten, jene, jetzt so häufig auftretenden Fälle von Skrofeln, Phthisis tuberculosa, Krebs und

dergleichen abnehmen und wir den abscheulichen Leberthran ganz entbehren können, mit welchem wir so vielen Kindern ihr Leben auf eine so schreckliche Art verbittern.

Ganz besonders aber sind die Militärärzte verpflichtet, hierauf ihre ganze Aufmerksamkeit zu lenken, und mit Recht macht Fuchs auf die Wichtigkeit einer solchen Diät in Kriegszeiten, bei großen Lagern und in belagerten Festungen aufmerksam. Wenn nehmlich eine Festung mit Fleisch, Brod und Hülsenfrüchten so versehen war, daß dem einzelnen Soldaten täglich eine hinreichende Menge davon gereicht werden konnte, so hielt man eine solche Kost bisher für ganz geeignet, die Mannschaft in Kraft und Gesundheit zu erhalten; und wenn dann bei einer solchen Kost bösartige Krankheiten, schlechtes Befinden der Verwundeten, Uebergang der Wunden in schlecht aussehende Geschwüre eintraten, dann suchte man die Ursache hievon überall, nur nicht da, wo sie einzig und allein zu finden war, nehmlich in der ganz unpassenden Nahrung. Allein bei einer Kost von Brod (nehmlich Roggen- und Weizenbrod) magerem Fleische, wie man es bei Kriegszeiten gewöhnlich bekommt, und Hülsenfrüchten ist das Verhältniß des Eiweißes zum Stärkemehl ohngefähr wie 1 : 2, und zum Fett ohngefähr wie 1 : 0,04, und nach diesem Verhältnisse, wie wir bei der kranken Taglöhnerin sahen, ganz geeignet, die erhaltenen Wunden in bösartige, stinkende, wässerige Jauche secernirende Geschwüre zu verwandeln, das allgemeine Befinden der Verwundeten zu verschlimmern und den Grund zu Lagertyphus, Hospitalbrand und dgl. zu legen. Abgesehen aber hievon, kann die Mannschaft bei einer solchen Nahrung nicht in der gehörigen Kraft erhalten werden, um die vielen und großen Kriegsstrapazen auszuhalten; kräftiges und körniges Muskelfleisch wird nur bei jenen Thieren erzeugt, in deren Nahrung Fett und Stärkemehl über Eiweiß vorherrscht, und auch der Hafer macht das Pferd nur deswegen so stark, weil er 25mal mehr Stärkemehl und Zucker als Eiweiß enthält, so wie jene oben angeführten Hammerschmiede bei Siegen ihre volle Kraft nur so lange behielten, als sie, neben ihrer gewöhnlichen Kost täglich ½ Pfund Butter erhielten. Ebenso werden auch Soldaten bei einer Nahrung von Fleisch, Brod und Hülsenfrüchten bald dienstunfähig werden und über Kraftlosigkeit, Ermüdung und Entkräftung klagen, die erhaltenen Wunden werden sich in bösartige

Geschwüre verwandeln und Typhus und andere Lagerfieber werden sich einstellen.

Um nun eine solche Mannschaft gesund und in Kraft zu erhalten, und die Verwundeten leicht und schnell, ohne alle Salben, zur Heilung zu bringen, ist es Pflicht der Militärärzte, für eine Nahrung zu sorgen, welche ohngefähr 4mal so viel Fett als Eiweiß, und ohngefähr 12mal so viel Stärkemehl als Eiweiß enthält. Daher in solchen Fällen Brod aus Hafer und Gerste dem aus Weizen- und Roggenmehl vorzuziehen ist und neben den Hülsenfrüchten Reis, Mais, Kartoffeln, und wo möglich auch Fett gegeben werden muß.

Es ist erwiesen, daß in jedem Feldzuge weit mehr Soldaten durch Krankheiten umkommen, als durch die feindlichen Waffen; allein bisher dachte man nicht daran, den Hauptgrund dieser Krankheiten und des schlechten Befindens der Verwundeten in der nicht passenden Nahrung zu suchen, ein Umstand, dessen Aenderung zwar nicht immer in der Macht des Menschen liegt; allein bei Verproviantirung von Festungen, sowie bei der Auswahl der Nahrung für große, und lang dauernde Lager kann hierauf die gebührende Rücksicht genommen werden, nur müßte man bei der Auswahl der Nahrungsmittel den Rath erfahrener Aerzte befolgen und dieselbe nicht bloß gewinnsüchtigen Spekulanten überlassen.

# Alphabetisches Inhaltsverzeichniß.

Seite.

## A.



## B.

## C.

## F.



## G.

## H.

Seite.



## L.



## M.

Seite.

## N.



## O.



## P.



## Q.



## R.

## W.

---

## Druckfehler.

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Seite | 22, | Zeile 30 | lese | man: | Plexus lumbalis, | statt | Plenus lumbalis. |
| „ | 23 | „ 10 | „ | „ | die obern zwei | „ | die obere zwei. |
| „ | 29 | „ 3 | „ | „ | und Innen, diesen | „ | und Innen dieser. |
| „ | 34 | „ 25 | „ | „ | porta hepatis | „ | parta hepatis. |
| „ | 92 | „ 9 u. 10 | „ | „ | Beclard | „ | Beilard. |
| „ | 152 | „ 31 | „ | „ | Haargefäße | „ | Harngefäße. |
| „ | 171 | „ 6 | „ | „ | Eiweißkörper | „ | Eiweißkörpern. |
| „ | 179 | „ 3 | „ | „ | Haargefäße | „ | Harngefäße. |

Zengerle, J. N.

Physiologie der Verdauung, Blutbildung, Anbildung und Rückbildung, sowie der Entwicklung der thierischen Wärme im menschlichen Organismus Vom organisch-chemischen Standpuncte aus betrachtet und nach dem gegenwärtigen Stande der Wissenschaft bearbeitet von Dr. J. N. Zengerle

Freiburg im Breisg. 1857